

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Construcción**

Metodología para la determinación de rendimiento de maquinaria para la compañía
Corporación de Desarrollo Agrícola del Monte
(PINDECO. S.A.)

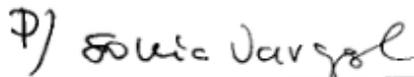
Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Daniela Salazar Castillo

Cartago, Noviembre 2018.

**CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE
PROYECTO DE GRADUACIÓN**

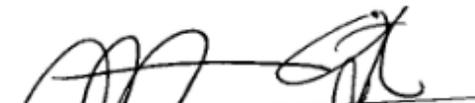
Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, Ing. Milton Sandoval Quirós, Ing. Juan Carlos Coghi Montoya, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director



Ing. Ana Grettel Leandro Hernández.
Profesora Guía


Ing. Milton Sandoval Quirós.
Profesor Lector


Ing. Juan Carlos Coghi Montoya.
Profesor Observador

**Metodología para la
determinación de rendimiento y
de maquinaria para la compañía
Corporación de Desarrollo
Agrícola del Monte
(PINDECO. S.A.)**

Abstract

The research consists in the development of a methodology for the determination of performance of heavy machinery. From the data, the costs per cubic meter and linear are calculated for the different motor graders and excavator models. In the elaboration, the machinery that works for the PINDECO company will be taken as reference. S.A.

The procedure carried out to obtain the objectives entails the following: the collection of company information, the on-site data collection of the selected machinery tasks, the identification of the causes that produce the bad yields, the cost calculations in the realization of activities to place an antecedent and improve productivity.

A database of yields and costs for the selected team is obtained as a final product. This allows us to enrich the current literature on the performance of heavy machinery with the specific conditions of the Buenos Aires area. Through its use, it will be possible to control the costs involved in the use of the equipment in the various sectors that comprise the property of the PINDECO company. S.A. Optimizing the operating times of the same, resulting in an economic savings for the company.

Keywords: Performance, machinery .

Resumen

La investigación consiste en el desarrollo de una metodología para la determinación de rendimiento de maquinaria pesada. A partir de los datos se calculan los costos por metro cúbico y lineal, para los diferentes modelos de niveladora y excavadora. En la elaboración se tomará como referencia la maquinaria que labora para la compañía PINDECO. S.A.

El procedimiento realizado para la obtención de los objetivos conlleva lo siguiente: la recopilación de información de empresa, la recopilación de datos en situ de las labores de maquinaria seleccionadas, la identificación de las causas que producen los malos rendimientos, los cálculos de costos en la realización de las actividades para colocar un antecedente y mejorar la productividad.

Se obtiene como producto final una base de datos de rendimientos y costos para el equipo seleccionado. Lo cual permite enriquecer la literatura actual de rendimientos de maquinaria pesada con las condiciones específicas de la zona de Buenos Aires. A través de su utilización se podrán controlar los costos que implican la utilización de los equipos en los variados sectores que abarcan las fincas de la compañía PINDECO. S.A. Optimizando los tiempos operativos de los mismos, lo que resulta en un ahorro económico para la empresa.

Palabras clave: Rendimiento, maquinaria.

Metodología para la determinación de rendimiento de maquinaria para la compañía Corporación de Desarrollo Agrícola del Monte (PINDECO. S.A.)

DANIELA SALAZAR CASTILLO

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

noviembre de 2018

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1	Componentes principales de la excavadora 320 CL	19
Dedicatoria	1	Mantenimiento de la maquinaria	19
Agradecimientos	2	Mantenimiento preventivo	20
Resumen ejecutivo	3	Ventajas de implementar un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria	20
Introducción	5	Limitaciones del programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria	20
Objetivo general.....	5	Principios básicos de mantenimiento preventivo.....	20
Objetivos específicos	5	Productividad.....	21
Antecedentes	5	Tipos de Trabajo	21
Metodología	7	Trabajo Productivo	21
Marco Teórico	9	Trabajo Contributivo o de Soporte	21
Movimiento de las tierras.....	9	Trabajo no Contributivo	21
Suelos	9	Información General de la empresa.....	25
Rendimiento de la maquinaria.....	9	Antecedentes históricos	25
Factor de Abundamiento	9	Historia de la producción de la piña en Costa Rica	25
Tiempo de un Ciclo (T).....	10	Misión de la empresa	26
Capacidad de los Receptáculos (Q)	10	Visión de la empresa	26
Factor de Eficiencia del Cucharón (K)	10	Política Ambiental	26
Factor de eficiencia de la máquina (E).....	10	Ubicación geográfica	26
Rendimiento de niveladoras	10	La organización del Departamento de Ingeniería.....	28
Rendimiento de excavadoras	10	Funciones del Departamento de Ingeniería Civil	29
Duración del ciclo (T)	11	Maquinaria en estudio	30
Factores que afectan el rendimiento	11	Maquinaria de la empresa PINDECO	30
Resistencia al rodamiento	11	Niveladoras	30
Resistencia a la pendiente	12	Excavadoras	30
Tracción requerida	12	Maquinaria de empresas privadas	31
Potencia	12	Niveladoras	31
Pérdida de potencia por altura	12		
Niveladoras.....	13		
Métodos de trabajo de la niveladora.....	13		
Componentes principales de la niveladora 140H.....	14		
Excavadora.....	18		
Aplicaciones de la excavadora	18		

Excavadoras.....	32	Control sobre el trabajo no contributivo	64
Operaciones de mantenimiento en PINDECO. S.A.....	34	Mantenimiento.....	66
Niveladoras.....	34	Mantenimiento de la maquinaria subcontratada.....	66
Mantenimiento de caminos	34	Mantenimiento de la maquinaria de la compañía.....	67
Recuperación de material de cunetas...34		Descripción de las tareas de la ficha de mantenimiento preventivo.....	67
Cuneteo y reparación de calzada	34	Tipos de tareas que incluye la ficha de mantenimiento	67
Conformación	35	Ciclo de mantenimiento	67
Raspado de terreno.....	35	Ficha de mantenimiento preventivo.....	68
Ripiado (Escarificación).....	36	Beneficios del mantenimiento.....	68
Lastreo	36	Resultados de las encuestas a empresas las privadas.....	75
Mantención en caminos públicos	37	Potencia	78
Excavadoras	37	Rendimientos	80
Instalación de tubería.....	37	Recaba de canales	82
Conformación de taludes	37	Zanjeo - Instalación de tubería	82
Zanjeo	38	Cuneteo-reparación de calzada.....	82
Cargue de material.....	38	Raspado.....	82
Recaba de canales.....	39	Ripiado	82
Actividades por analizar.....	40	Lastreo	82
Ubicación geográfica de fincas en análisis ..40		Conformación.....	82
Finca Buenos Aires.....	41	Costo horario de la maquinaria actual	87
Finca Los Ángeles	42	Implementación de costos	88
Finca Volcán	43	Costos por metro lineal.....	88
Finca Santa Fe.....	44	Costo por metro lineal trabajado.....	89
Resultados	45	Costo por metro lineal transportado	89
Factores que afectan el rendimiento de la maquinaria en estudio	45	Costo de tiempos trasladados en lastre.....	89
Factores técnicos.....	45	Costo de tiempos trasladados en pavimento.....	90
Factores humanos (mano de obra)	47	Costo por excedentes y contratiempos	90
Factores administrativos: Tipo A (Gestión o Motivación).....	51	Cálculos justificativos de costos	91
Factores administrativos: Tipo B (Material y Equipo).....	53	Costo por metro cúbico	91
Factores administrativos: Tipo C (Seguridad e Higiene Ocupacional).....	55	Costo por metro cúbico trabajado.....	91
Factores Externos y Ambientales	58	Costo por metro cúbico transportado ...	92
Identificación tiempos para el reconocimiento de pérdidas.....	63	Costo de tiempos trasladados en lastre.....	92
Tiempo Productivo (TP)	63	Costo de tiempos de trasladado en pavimento.....	92
Tiempo Contributivo (TC).....	63	Costo por excedentes y contratiempos	92
Tiempo No Contributivo (TNC).....	63		

Análisis de Resultados	97
Conclusiones	100
Recomendaciones	102
Apéndices	105
Anexos	106

Referencias	107
--------------------------	-----

Prefacio

El proyecto de investigación será una herramienta eficaz, con el fin de obtener un mejor manejo de los rendimientos de maquinaria, para que esto se refleje en un precio justificado a pagar en labores ejecutadas por los equipos, ya que en la actualidad en la compañía PINDECO. S.A., no existe un control específico de pago de maquinaria por sectores, que esté adecuado para este tipo de zona en el país.

Otro punto por señalar es la escasa información de estudios realizados acerca de los rendimientos de maquinaria con características de zonificación similares; además, de sus efectos, lo cual presenta un descenso en el rendimiento, que resulta en más horas de trabajo y por ende un mayor costo económico.

Una metodología en el rendimiento de maquinaria, que se sustente de una base de datos, con el propósito de disminuir la afectación que generan las acciones las cuales afectan el rendimiento en las actividades, tales como: tiempos productivos, no productivos y contributivos, se vuelven de relevancia para la optimización de los resultados. Se efectúa un listado de los problemas o situaciones presentadas en la recopilación de datos que disminuyen el rendimiento de las tareas, además, un listado de acciones a ejercer para resolver los problemas críticos, con el propósito de establecer un antecedente que sea utilizado por la empresa para modificar la situación.

Para una empresa que se dedique a las obras de ingeniería civil le es de relevancia obtener los datos de rendimiento de maquinaria en el campo, esto debido a que actualmente es necesario priorizar en la optimización de sus procesos para mejorar los costos, y de esta manera generar ganancias. La información que se recopile durante la práctica presenta como finalidad, que la empresa adquiera información actualizada del rendimiento de las maquinarias, costos asociados y a su vez información útil para aplicar en procedimientos a futuro.

Las obtenciones de los datos recolectados en el campo están ajustados al contexto de: los

tiempos, recursos humanos y equipos para volverlos más eficientes en su labor. Se mejoran los costos operativos para evitar pérdidas de tiempo y gastos prematuros de los equipos. Se establecerán controles económicos más rigurosos esperando mayor utilidad.

El objetivo general del proyecto corresponde al desarrollo de una metodología para la determinación de rendimiento de maquinaria para la compañía PINDECO. S.A., del cual se obtendrá datos realistas de la zona de Buenos Aires de Puntarenas, que permitirán mejorar los costos invertidos en alquiler de maquinaria, así como mejorar los tiempos y los resultados del trabajo para las máquinas de la compañía, asimismo, de las contratadas por empresas privadas.

Dedicatoria

A Dios y a la Virgen de los Ángeles por darme la oportunidad de ingresar a una institución como el Tecnológico de Costa Rica, por darme salud y fortaleza de vivir cada día para trabajar y tener esta satisfacción.

A mis padres, Enrique Salazar Quiel y Carmen Castillo Badilla, de manera muy especial, por inculcarme principios y valores fundamentales para tomar las mejores decisiones y luchar por lo que se quiere lograr en la vida. Por el enorme esfuerzo que realizaron durante mis años universitarios para hacer posible mi estadía en Cartago y costear mis estudios; por su apoyo incondicional y por depositar su confianza en mí.

A mi novio, Edwin Monge Vargas, por su amor, apoyo, ayuda, paciencia, consejos, por impulsarme siempre a seguir adelante y su valiosa comprensión desde mi preparación para las pruebas de admisión hasta la finalización de la carrera.

A mi hermano, Eduardo Salazar Castillo, por su amor, paciencia por aguantarme las crisis de estrés, y confianza.

Agradecimientos

- A Dios, por darme la salud y las fuerzas para seguir adelante con mis estudios.
- A la Corporación Agrícola Del Monte, (PINDECO. S.A.), por abrirme las puertas para el desarrollo del proyecto, y por permitirme desarrollar mis conocimientos en el campo laboral al

lado de personas de mucha capacidad y experiencia.

- A la profesora, Ana Grettel, por brindarme su apoyo y comprensión en la elaboración del proyecto, aspectos que fueron muy importantes para la culminación de este.
- A los profesores y estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Construcción, quienes a lo largo de estos años me han ayudado a formarme como persona y como profesional.
- A todos ellos con mucho cariño y aprecio.

Resumen ejecutivo

El proyecto se enfoca en el desarrollo de una metodología para la determinación del rendimiento de maquinaria para la compañía PINDECO. S.A., por medio de la cual se obtuvieron los datos reales de rendimientos pertenecientes a la zona de Buenos Aires de Puntarenas, que permitirán mejorar los costos invertidos en el alquiler de maquinaria, en la empresa, así como mejorar los tiempos y los resultados del trabajo para las máquinas de la compañía, y las contratadas a empresas privadas.

El proyecto, además, se orientó en satisfacer la necesidad actual de contar con herramientas en el control de los costos y de conocer los rendimientos de las niveladoras y excavadoras, lo que generó el interés en la elaboración de una metodología que incorpore acciones de cambios. El propósito consta del diseño de una herramienta eficaz y práctica para poseer un manejo adecuado de los rendimientos de maquinaria, y que esto se refleje en un precio justificado a pagar en labores ejecutadas por los equipos, esto porque en la actualidad la compañía PINDECO. S.A, no existe un control específico de pago de maquinaria por sectores que esté adecuado para este tipo de zona en nuestro país.

El presente trabajo describe los procesos realizados por las niveladoras y las excavadoras, también, los aspectos técnicos y de seguridad, los cuales garantizan que el proceso se realice de una manera apropiada, por ejemplo: al optimizar los recursos, al evitar accidentes a la integridad física de los trabajadores, el aumentar los rendimientos en el sitio de trabajo y llevar un control de costos adecuado.

Por lo demás, se incorporaron, a las mediciones el efecto de los diferentes factores, que afectan las actividades, así como el tiempo y los pasos que se deben tomar en cuenta en un proceso de movimiento de tierras. Para cumplir con este objetivo en el primer paso se realiza un diagnóstico de las condiciones actuales de la maquinaria (ver figura 1), con esta información se logra realizar controles, en

los cuales se incluyen las mejoras necesarias a implementar en la empresa. Esto se realiza a través de inspección visual, recopilación de información por medio de hojas de verificación y entrevistas a las personas con responsabilidad directa en el control de la maquinaria.

Importancia de los componentes del trabajo no contributivo

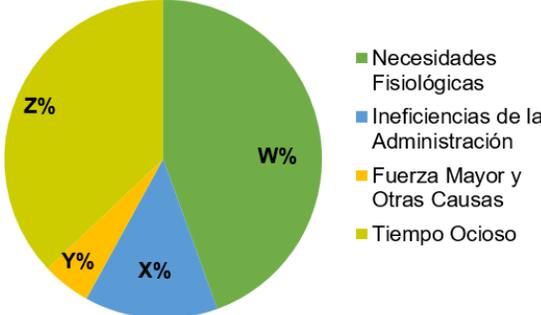


Figura 1. Esquema de los componentes del trabajo no contributivo detectados en la compañía. Fuente. Elaborado por la autora en Excel, 2018.

Los resultados de la investigación realizada se presentan en: los cuadros de rendimientos, los costos por metro lineal, costos por metro cúbico, los costos recomendados, las tablas comparativas de potencias, los gráficos de los resultados de encuestas y demás datos originados de la investigación.

Como resultado principal del proyecto se presentan los rendimientos de cada modelo de máquina, compuesto por tablas donde se detallan las actividades de mantenimiento ejecutadas en la compañía.

Entre las propuestas de mejora a implementar se formula la necesidad de cambiar el sistema de control de costo cambiando del actual horario a un control lineal (ver figura 2), además, el de ubicar las máquinas dependiendo de la finca para sacar mejor provecho de la potencia, también, se propone cambiar las hojas actuales de rendimiento para que estas se adecuen a la nueva metodología de pago e incorporen más variables. Aunado a esto, también, se plantea

incluir nuevas herramientas que faciliten el ingreso de los cambios.

Por último, se elabora una base de datos que contiene los precios por metro lineal y cúbico para diferentes modelos de maquinarias por actividad. Las mejoras y modificaciones propuestas tienen como finalidad garantizar el aprovechamiento de los equipos, asegurando un mayor rendimiento para la compañía.

Una de las conclusiones del trabajo es la importancia de realizar los cambios propuestos con lo que se estima que la compañía logrará múltiples beneficios entre ellos, un ahorro económico, ya que la empresa con la nueva propuesta podrá controlar cuánto gastará.

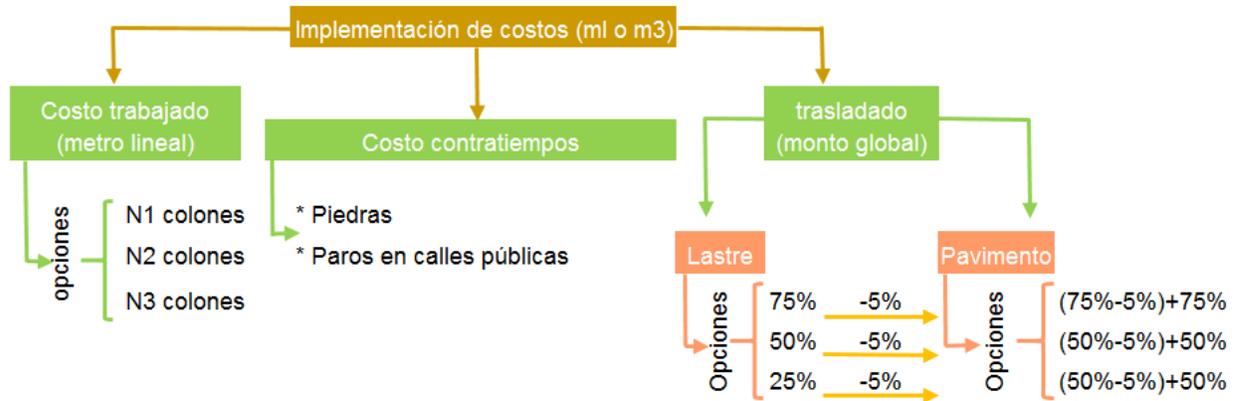


Figura 2. Esquema representativo de la implementación de costos.
Fuente. Elaborado por la autora en Excel, 2018.

Introducción

El presente informe proporciona una herramienta para mejorar el control de las labores realizadas por parte de las niveladoras y excavadoras en el cantón de Buenos Aires de Puntarenas, a través del desarrollo de una metodología para la determinación de rendimientos para las distintas fincas de la compañía (PINDECO. S.A).

En el documento se analizan los aspectos que se desarrollan en el proyecto y el análisis de los resultados, con lo que se logra obtener una base de datos de los rendimientos en las fincas de la empresa.

Posteriormente, se plantea y analiza la situación actual de la planta; es decir, la forma en que se realiza el control de la maquinaria en la actualidad.

Una vez recopilada la información teórica, realizada la inspección y diagnóstico de la situación actual, se procede a la toma de datos y visitas al sitio, también, se realiza en esta etapa el diseño de las hojas de control de rendimientos que incorporen factores como pendiente, clima, temperatura, entre otros. Se realizan inspecciones al taller de la empresa y se incorporan hojas para un programa de mantenimiento propicio de las maquinarias en estudio.

La tabla de rendimientos de maquinaria pesada tomada en obra es una opción con la que se cuenta a nivel local para estimar de forma precisa, puntual y objetiva los rendimientos de un equipo pesado al momento de realizar el movimiento de tierras.

Por último, se elaboró una base de datos que contiene los precios para diferentes modelos de maquinarias por sectores.

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, y, así mismo, mejora los presupuestos o cotizaciones, ajusta de mejor forma los cronogramas de actividades ligadas a los movimientos de tierra.

Objetivo general

Desarrollar una metodología para la determinación de rendimiento de maquinaria para la compañía Corporación de Desarrollo Agrícola del Monte (PINDECO. S.A.).

Objetivos específicos

- Identificar los tipos de maquinarias que se utilizan por parte de la empresa.
- Determinar las actividades en las cuales se utilizan las maquinarias.
- Identificar los factores y variables que afectan los rendimientos de las maquinarias.
- Medir los rendimientos y establecer costos unitarios para la maquinaria.
- Desarrollar una metodología que establezca el control de rendimientos por tipo de maquinaria.

Antecedentes

La Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, División Piña (PINDECO. S.A.), es una empresa dedicada a la producción, empaque y comercialización de piña fresca. Localizada en la Zona Sur del país. Su plantación se extiende sobre las fincas localizadas en los cantones de Buenos Aires y Pérez Zeledón.

En las hectáreas que tiene a cargo se realizan trabajos en los que la maquinaria pesada realiza una labor esencial, ya sea en la elaboración de drenajes, movimientos de tierra y demás.

La compañía paga la maquinaria contratada por hora, lo que resulta en un exceso de tiempo por parte de estas, no atribuyendo al rendimiento esperado. La empresa toma en consideración el dato que brinda el horómetro y se toma en cuenta para el pago, el tiempo trabajado y trasladado. Esto origina que exista mucha discordancia entre los datos tomados de una máquina a otra, realizando el mismo tipo de actividad, lo que deja en evidencia una falta de control en los rendimientos y desperdicio de tiempos por parte de los operarios, aumentando los tiempos no productivos. La empresa no dispone al presente con distintas líneas de pago que difieran entre las fincas, y, por la actividad cumplida. Lo que dificulta establecer las causas a las discordancias percibidas.

Metodología

La metodología utilizada en la investigación es mixta, esta conjuga la investigación documental con la investigación de campo. Documental, esto debido a que a través de las diferentes teorías expuestas por el fabricante se identificaron algunos factores y fórmulas para establecer la manera en cómo se calculan teóricamente los rendimientos de los equipos y la investigación de campo, debido a que se estudia el fenómeno a partir del ambiente en que este se desarrolla; en donde la fuente de información fue primaria, obtenida a partir de encuestas y mediciones de campo; y secundaria, obtenida de los catálogos del fabricante.

El método que se utiliza en el presente estudio pertenece al método particular y específico. Dentro de este se desarrolló a través del método de observación más específicamente: observación directa y por encuestas.

El proyecto se realiza en el cantón de Buenos Aires de Puntarenas, durante el periodo comprendido de junio a octubre del año 2018, el cual corresponde a la época lluviosa, lo cual influye en los resultados por obtener.

La presente investigación se basó en la siguiente metodología definida por objetivos:

OE1: Identificar los tipos de maquinarias que se utilizan por parte de la empresa

En el primer punto se realiza una investigación de campo por medio de observación para identificar los tipos de maquinaria con los que se deberá trabajar el análisis de rendimiento. Se logra identificar que la niveladora es de suma importancia para la empresa en múltiples tareas de mantenimiento de caminos, y la excavadora esencial para grandes movimientos de tierra y labores anexas. Por lo que se seleccionan como la maquinaria por analizar, acudiendo a la opinión de los expertos.

OE2: Determinar las actividades en las cuales se utilizan las maquinarias

Mediante consultas a profesionales se logran conocer las actividades próximas a realizarse en los sectores en las que se utiliza maquinaria pesada. Se realizaron visitas a las distintas fincas de la compañía para observar y verificar la información suministrada.

Seguidamente se elaboran gráficos en los que se muestre las actividades de mayor duración realizadas por la empresa, en las que se utilizan maquinaria pesada, esto para tener un mejor concepto y control sobre la distribución de costos y lograr observar en qué actividades se centran los mayores gastos

OE3: Identificar los factores y las variables que afectan los rendimientos de maquinaria.

Se ejecuta una investigación de campo por medio de la observación para identificar factores y variables que afectan los rendimientos de maquinaria.

El presente estudio se realiza en condiciones diversas, se toma en cuenta el clima o condiciones ambientales. Las muestras se obtuvieron cuando la máquina estuvo en operación, y, también, la experiencia del operador para que no afectara la medición.

Para definir las acciones que causan que el rendimiento de las actividades no sea el ideal, complementario a la inspección se ejecutaron una serie de consultas a expertos y trabajadores, con el objetivo de tener insumos que permitieran detectar las causas de bajo rendimiento, malas prácticas o trabajo innecesario.

La aplicación de técnicas que identifiquen las acciones que afectan el rendimiento en las actividades, tales como: tiempos productivos, no productivos y contributivos, se realizan con base en las observaciones previamente obtenidas. Como resultado de este análisis se determinaron los principales problemas junto con sus causas y su impacto en la obra.

Se realizaron encuestas a empresas privadas para determinar los parámetros que utilizan las empresas para estimar los rendimientos de los equipos y determinar si consideran que los métodos utilizados para tal fin son los idóneos o por el contrario tienen algún tipo de falencias. Además de conocer como los profesionales obtienen la información para los respectivos cálculos, todo esto bajo la responsabilidad de confiabilidad con el entrevistado o consultado. El formato utilizado para realizar estas encuestas se muestra en el apéndice 9, se realizan cinco preguntas a los encuestados (empresas dedicadas al movimiento de tierras). Las empresas a las que se le ejecuta esta encuesta deciden mantenerlo en el anonimato.

OE4: Medir los rendimientos y establecer los costos unitarios para la maquinaria

Se realizan observaciones en el campo de las actividades definidas en las etapas anteriores. Se conoce al personal y las técnicas de construcción y el manejo de la maquinaria. Se consultó a los expertos en el tema y se investiga acerca de métodos para calcular rendimientos de maquinaria.

A través de la investigación documental se revisa la información teórica que existe respecto sobre el tema de rendimientos de maquinarias, ecuaciones o fórmulas del cálculo dadas por el manual del fabricante y apoyados en el marco referencial, se identificaron los factores que afectan este tipo de rendimientos.

Mediante el método de la observación directa se recolectan los rendimientos en el campo de los ítems más representativos en los movimientos de tierra para las niveladoras y excavadoras. Es así, que, para el caso de las niveladoras, se establecieron los ítems de ripiado, conformación, recuperación de material, raspado, cuneteo y reparación de calzada. Y para la excavadora se establecieron los ítems de excavación de zanjas, y recava de canales.

Para estas acciones se elaboran tablas en las cuales se logra recolectar información de las actividades, tales como clima, temperatura, equipo, pendiente, estado del terreno, entre otros.

El cálculo de los rendimientos se realiza utilizando hojas de cálculo de Excel. Los rendimientos se calculan como cantidad de trabajo realizado en un tiempo determinado

La comparación de los rendimientos que se calculan contra los datos de rendimientos que proporcionan los manuales de la maquinaria es fundamental para determinar la realidad del trabajo acabado. Para la comparación se elaboran cuadros comparativos de información y gráficas que permitan visualizar los datos.

Se realiza un cálculo de costos unitarios por metro cúbico y lineal para los diferentes tipos de maquinaria por analizar.

OE5: Desarrollar una metodología que establece el control de rendimientos por tipo de maquinaria

Se elaboran una serie de propuestas de acciones correctivas para mitigar las causas que provocan dichos problemas y así obtener mejores rendimientos en la maquinaria estudiada.

De acuerdo con los análisis anteriormente realizados se desarrollan los procedimientos de mejora para obtener un aumento en los rendimientos y así hacer una entrega de resultados eficientes. Se realiza la observación de videos y análisis de los datos recopilados de las actividades críticas, con el fin de aplicar métodos para distinguir las acciones que se pueden eliminar o mejorar en la realización de las actividades.

Finalmente, se elabora una base de datos local o rendimiento de maquinaria pesada para las niveladoras y excavadoras.

Marco Teórico

Movimiento de las tierras

Se entiende por movimiento de tierras al conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones puede realizarse en forma manual o en forma mecánica. Dondi, A (2010).

El movimiento de tierras en la ejecución de un proyecto depende directamente de la topografía que haya en el terreno. El movimiento de tierras, también, depende del tipo de intervención que se haya proyectado, si es paisajista o de edificación.

Suelos

Al realizar los movimientos de tierra, es conveniente saber que el volumen de la tierra y su densidad sufren cambios considerables en las siguientes acciones, por ejemplo: cuando se excava, acarrea, coloca y compacta esta tierra. Estos cambios pueden incrementar o disminuir el volumen y densidad del suelo.

En la presencia del aumento de volumen, automáticamente se ostenta una disminución en la densidad. Al incremento de volumen se le puede llamar: hinchamiento o abultamiento o crecimiento. Por el contrario, si existe una disminución en el volumen, se muestra un incremento en la densidad. A esta disminución en el volumen se llama encogimiento o contracción. Dondi, A (2010).

La medida del material en su estado natural es en “metros cúbicos en el banco”. Después que ese material ha sido excavado y luego cargado para ser trasladado, su medida es en “metros cúbicos sueltos”, cuando ese mismo material se coloca (en el sitio de relleno) y se compacta, su medida es en “metros cúbicos compactados”.

Se debe de atender que, aunque para un mismo material se exhiben tres volúmenes, el peso del material siempre es constante.

Rendimiento de la maquinaria

La producción o rendimiento de una máquina es el número de unidades de trabajo que realiza en la unidad de tiempo, Cámara Colombiana de la Infraestructura, (2013), generalmente una hora:

$$\text{Producción} = \text{unidades de trabajo} / \text{hora}$$

Las unidades de obra más comunes empleadas en el movimiento de tierras son el volumen (m³, ft³, etc.), el peso (ton, kg, lb, etc.) y distancia (m, km, cm, etc.), pero en otras actividades de la construcción se usan otras más adecuadas. La unidad de tiempo más empleada es la hora, aunque a veces la producción se expresa por día.

Antes de conocer los diferentes rendimientos de máquinas es necesario familiarizarnos con algunos términos como son:

Factor de Abundamiento

Es una propiedad física del terreno de expandirse cuando es removido de su estado natural, Medina Ángulo, A. (2017). se puede calcular a través de la siguiente fórmula:

$$F.V = (B/L - 1) (1)$$

donde:

F. V= % de abundamiento.

B= peso de la tierra inalterada.

L= peso de la tierra suelta.

En el cuadro 1, se puede observar algunos factores de expansión o abundamiento.

CUADRO 1. FACTORES DE ABULTAMIENTO	
Clases de tierra	Porcentaje de expansión
Arena o Grava Limpia	de 5 a 15%
Suelo Artificial	de 10 a 25%
Tierra Lama (barro)	de 10 a 35%
Tierra Común	de 20 a 45%
Arcilla	de 30 a 60%
Roca Sólida	de 50 a 80%

Fuente. Medina Ángulo, A. (2017).

Tiempo de un Ciclo (T)

Este concepto está ligado a las diferentes operaciones que emplean algunas máquinas para completar correctamente un trabajo, el tiempo de un ciclo contempla maniobras, carga, descarga, espera, retorno, acarreo, etc.

Capacidad de los Receptáculos (Q)

Se refiere a la capacidad que tienen los diferentes elementos de las máquinas como son cucharones de excavar y cargar, cuchillas de bulldozer, cuchillas de motoniveladoras, etc. Esta viene dada por el fabricante. Jaime, B., Rafael, O. & Andrés, S, (2006).

Factor de Eficiencia del Cucharón (K)

Es la relación que existe entre la cantidad de material que hay en el receptáculo y la capacidad real del mismo. Jaime, B., Rafael, O. & Andrés, S, (2006).

$K = \frac{\text{material cargado por el receptáculo}}{\text{capacidad nominal del receptáculo}}$

Factor de eficiencia de la máquina (E)

También conocido como factor de rendimiento de trabajo o eficiencia, básicamente este factor representa las pérdidas de rendimiento del equipo las cuales están en función directa con las condiciones de la máquina, de la adaptación que se tenga para cierto trabajo y las

condiciones de la obra. Jaime, B., Rafael, O. & Andrés, S, (2006).

El factor de eficiencia depende de: las condiciones de administración y las condiciones de la obra.

Las condiciones de la obra son: superficie del terreno, topografía, condiciones climáticas y adaptabilidad de la máquina. Las condiciones de administración son: estado de la máquina y coordinación del trabajo entre equipos. Jaime, B., Rafael, O. & Andrés, S, (2006).

Factores de Rendimiento de Trabajo en Función de las Condiciones de la Obra:

- Excelente :1.
- Buenas:0,95.
- Regular:0,85.
- Malas: 0,75.

Rendimiento de niveladoras

La forma general de calcular el rendimiento de esta máquina es teniendo en cuenta el tiempo de trabajo y la siguiente fórmula:

$$T = \text{Tiempo total} = \frac{D * N}{V * E} + \frac{D * N}{V_1 * E}$$

$$R = \frac{D * a}{t}$$

Donde:

R = rendimiento nivelador.

T = tiempo requerido para efectuar el trabajo.

D = distancia recorrida en cada pasada.

N = número de pasadas que se requiere para realizar el trabajo.

V = velocidad de operación (km/h).

E = factor de rendimiento de trabajo.

a = ancho de calzada más bermas.

Rendimiento de excavadoras

La productividad de las excavadoras depende de los siguientes puntos: las dimensiones de su cucharón, de la longitud de su pluma, de la profundidad de excavación, de la potencia del motor, del tipo de suelo (dureza, granulometría, forma de partículas, contenido de humedad), de la habilidad del operador, entre otros. Cámara Colombiana de la Infraestructura, (2013).

Los factores que deben tomarse para el cálculo del rendimiento son:

1. Tipo de material.
2. Profundidad real del corte.

3. Ángulo de giro.
4. Dimensión del equipo frontal.
5. Eficiencia del operador.
6. Condiciones del equipo y obra.
7. Capacidad del vehículo.

Por lo tanto, la fórmula con que se calcula el rendimiento para estas máquinas es:

$$FH = \frac{(H - 1000)}{10000}$$

$$R. \text{teorico} = \frac{(Q * \frac{3600}{T} * E)}{(1 + FH)}$$

Donde:

R = rendimiento en m3 / hora medidos en el banco.

Q = capacidad o volumen del cucharón.

E = factor de rendimiento de la máquina.

F.H = factor de altura.

T = duración del ciclo en segundos.

Duración del ciclo (T)

Depende de la dureza del suelo, de la profundidad de excavación, del tamaño del cucharón, del ángulo de giro y de la ubicación del equipo de transporte.

El ciclo de excavación de la excavadora consta de cuatro partes:

1. Carga del cucharón.
2. Giro con carga.
3. Descarga del cucharón.
4. Giro sin carga.

Factores que afectan el rendimiento

El rendimiento de la maquinaria de construcción, conocido este como la producción (en m3 o toneladas) en la unidad de tiempo, depende de la velocidad y esta vez a su vez depende de la potencia. El equipo debe tener suficiente potencia para vencer la resistencia que se le oponen. Estas son principalmente la resistencia al rodamiento y la resistencia a la pendiente. Medina Angulo, A. (2017).

Resistencia al rodamiento

Es la suma de las fuerzas que se opone al movimiento de un vehículo sobre un terreno. Se

debe principalmente a las irregularidades y rugosidades de la superficie, a la fricción de las llantas o las orugas sobre ese camino, o las diferentes fricciones del motor, cajas de velocidad, mandos finales. Para los vehículos que se mueven sobre llantas de hule, la resistencia al rodamiento depende del tamaño, presión y diseño de estrías de la llanta. Para equipos que se mueven en orugas, la resistencia al rodamiento varía principalmente con el tipo y condición de la superficie del camino. Medina Angulo, A. (2017).

Una llanta angosta de alta presión proporciona una menor resistencia al rodamiento que una llanta ancha de baja presión sobre un camino de superficie dura. Sin embargo, si la superficie es suave, la llanta angosta de alta presión, tiende a hundirse en el camino, produciendo una gran resistencia al rodamiento; mientras que la llanta ancha de baja presión ejercerá menor presión sobre el suelo debido a su mayor área de contacto, tenderá menos a hundirse y presentará una resistencia al rodamiento menor.

La resistencia al rodamiento se expresa en kilogramos de tracción que se requiere para mover cada tonelada del vehículo sobre una superficie dada. Aunque es imposible dar valores completamente precisos para las resistencias al rodamiento para todos los tipos de ruedas u orugas y caminos, a continuación, se presentan valores que son razonablemente precisos para las resistencias al rodamiento para todos los tipos de ruedas u orugas y caminos, a continuación, se presentan valores que son razonablemente precisos y podrían usarse para fines de estimación. Medina Angulo, A. (2017).

CUADRO 2. RESISTENCIA AL RODAMIENTO KG/TON			
Tipo de superficie	Orugas	Llantas de hule	
		Alta presión	Baja presión
Concreto liso	30	20	25
Asfalto	30-35	20-35	25-30
Tierra compactada	30-40	20-35	25-35
Tierra con baches	40-55	50-70	35-50
Arena suelta, grava suelta	80-100	130-145	75-100

Tierra, muy lodoso, suave	100-120	150-200	140-170
---------------------------	---------	---------	---------

Fuente. Medina Angulo, A. (2017).

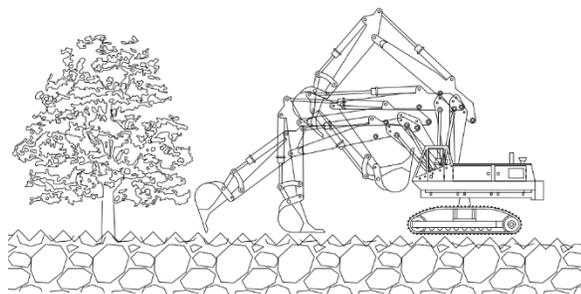


Figura 3. Representación gráfica de la resistencia al rodamiento.

Fuente. Elaborado por la autora en AutoCAD, (2018).

Resistencia a la pendiente

Cuando un vehículo se mueve hacia arriba sobre un camino inclinado es necesario incrementar la tracción para mantener el vehículo en movimiento en proporción a la pendiente. Por el contrario, si un vehículo se mueve hacia abajo sobre un camino inclinado, se disminuyen la tracción necesaria para mantenerlo en movimiento, en proporción a la pendiente. El método más común para expresar la pendiente es como un porcentaje. Una pendiente de 1% es aquella en la que el camino se eleva un metro por cada 100 metros horizontales. Si la superficie se eleva la pendiente se define como positiva, si se declina se define como negativa. Medina Angulo, A. (2017).

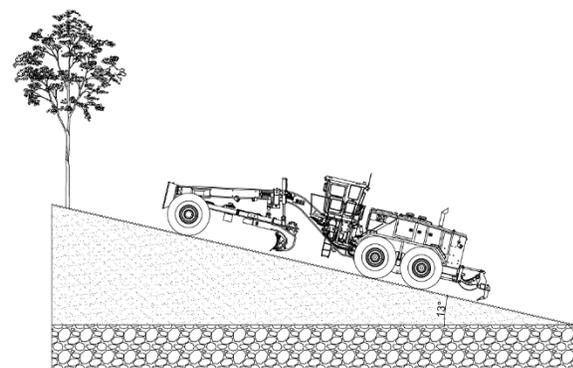


Figura 4. Representación gráfica de la resistencia a la pendiente.

Fuente. Elaborado por la autora en AutoCAD, (2018).

Tracción requerida

Las principales fuerzas que se oponen al movimiento de los vehículos son la resistencia

al rodamiento y la resistencia a la pendiente. La suma de ambas resistencias constituye la tracción requerida y es la tracción mínima para que un equipo pueda desplazarse. Medina Angulo, A. (2017).

Potencia

En general el término de potencia es motivo de confusión. Los sistemas para el cálculo de potencia suelen variar entre los diferentes fabricantes de equipos para construcción. Medina Angulo, A. (2017). Mientras que la potencia suele definirse como el trabajo desarrollado por la unidad de tiempo, los usuarios no siempre están seguros de cuál es la potencia de trabajo de la máquina.

Puesto que se utilizan distintas definiciones de potencia, es evidente la necesidad de un mejor conocimiento de las potencias indicadas, y de los factores que intervienen en el cálculo de estas.

1. La corrección al nivel del mar.
2. La velocidad del motor (revoluciones por unidad de tiempo).
3. La carga accesoria.
4. La duración de la carga.
5. La temperatura.

Pérdida de potencia por altura

Para los fines prácticos, es suficiente preciso suponer que, para los motores de gasolina y diésel de cuatro tiempos, la pérdida en potencia debido a la altura será aproximadamente un tres por ciento (3%) de la potencia a nivel del mar, por cada 300m de altura, arriba de los primeros 300 metros. Medina Angulo, A. (2017).

$$\text{Pérdida de potencia} = \frac{0.03 * CV * (Ho - 300)}{300}$$

Donde:

C.V: potencia a nivel del mar.

Ho: altura en metros observada.

En ocasiones las fichas técnicas no contienen las potencias a nivel del mar en caballos de vapor por lo que resulta necesaria la conversión.

CUADRO 3. EQUIVALENCIAS DE CABALLOS DE FUERZA Y CABALLOS DE VAPOR			
Unidad	Equivale a	Unidad	Equivale a
1 Hp	0,746 kW	1 kW	1,341 Hp
1 CV	0,736 kW	1 kW	1,36 CV

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Niveladoras

También llamadas motoniveladoras o motoconformadoras. Las niveladoras son máquinas cuya principal función es la de nivelar terrenos. Igualmente realizan otras funciones como: esparcir materiales, homogenizar o mezclar agregados con cemento, cal asfaltos (bases estabilizadas), cortar taludes, excavar cunetas, etc. Se considera como una máquina de terminación superficial. Deere & Company. (2018).

El elemento principal es la hoja o cuchilla de forma curva en su perfil vertical, que ubicada en el centro de la máquina toma diversas posiciones. Se le pueden adaptar escarificadores, que ubicados en la parte trasera o delante de la cuchilla (según el modelo) ayudan notablemente el aflojar terrenos que están muy consolidados para posteriormente nivelarlos o conformarlos.

Las niveladoras son máquinas montadas sobre llantas, las cuales tienen dos ejes traseros tándem y un eje delantero. Algunas máquinas de bastidor rígido y otras de bastidor articulador. Las voladoras con bastidor articulador permiten efectuar giros en espacios reducidos, especialmente para ser usadas en mantenimiento de caminos vecinales o para ser usadas en trabajos “cangrejo” en donde la cuchilla no queda en líneas con los ejes de tracción de la quina, muy útil en la ejecución de ciertos trabajos. Deere & Company. (2018).

Su versatilidad está dada por los diferentes movimientos de la hoja, como por la serie de accesorios que posee. Imitar todos los tipos de tractores, pero su diferencia radica en que la niveladora es más frágil, ya que no es capaz de aplicar la potencia de movimiento ni la de corte del tractor. Debido a esto es más utilizada en tareas de acabado o trabajos de precisión.

Métodos de trabajo de la niveladora

La hoja vertedera puede trabajar en diversas posiciones para:

1. Nivelar y reperfilarse, en plano horizontal, con la hoja centrada o girada hacia un lado u otro. Si la hoja se coloca en horizontal, pero con un cierto ángulo respecto a la marcha el material se amasará hacia el extremo de la hoja y formará un caballón. Por el contrario, con la hoja perpendicular a la dirección de la marcha, solo se obtiene la extensión o reperfilado del material.
2. Construir cunetas: La hoja vertedera se inclina, tanto en planta como respecto a la vertical, y se coloca de forma que sobresalga un poco de las ruedas, por el lado de la cuneta a excavar. Así se forma un caballón a lo largo del borde de la cuneta. Esta se va profundizando gradualmente por capas, manteniendo las ruedas interiores dentro la cuneta.
3. Rellenar de zanjas o desniveles (figura 5 d.), La operación es similar a la que se realiza para formar un caballón.

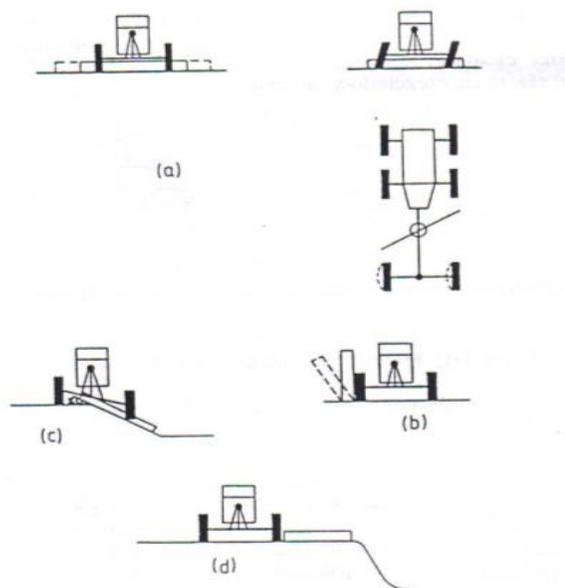


Figura 5. Métodos de trabajo con la niveladora.
Fuente. Medina Angulo, A. (2017).

Componentes principales de la niveladora 140H

Hoja vertedera (Cuchilla)

La longitud de la cuchilla varía entre 3 metros y 4,20 metros de acuerdo con la máquina. Ficha técnica Motoniveladora 140H, (2002).

El tamaño del motor (potencia) está relacionado directamente al ancho de la cuchilla. De igual forma su peso total. La unidad más pesada tiene la ventaja de ser más efectiva para operaciones difíciles en que tiene que aplicarse una fuerza o tracción grande para mezclar materiales en suelo, cemento o bases estabilizadas como se menciona anteriormente.

La potencia del motor y la longitud de la cuchilla son las dos características principales de la niveladora. Con una misma longitud de hoja se encuentran máquinas que presentan potencias diversas inclusive de la misma marca.

Existen en una misma marca máquinas con cuchillas de 2,66 metros de ancho, y con potencias que van de los 147 HP a los 215 HP.

Por lo tanto, para una determinada longitud de cuchilla se deberá elegir una potencia de motor en relación con el trabajo a realizar o en función del tipo de terreno. Ficha técnica Motoniveladora 140H, (2002).

Otras características se refieren principalmente a las diferentes posibilidades de movimientos de hoja, tales como:

1. Salida lateral de la cuchilla.
2. Variación del ángulo de ataque.
3. Ángulo de talud.
4. Elevación.
5. Penetración.
6. Orientación.

CUADRO 4. CARACTERÍSTICAS DE LA HOJA VERTEDEIRA	
Anchura	3658 mm
Altura	610 mm
Espesor	22 mm
Radio del arco	413 mm
Distancia entre la hoja y el círculo	120 mm
Cuchilla de ataque	
anchura	152 mm
espesor	16 mm

cantonera	
anchura	152 mm
espesor	16 mm
Tracción en la hoja	
con la masa bruta máxima	19 135 kg
con la masa bruta básica	13 209 kg
Presión hacia abajo	
con la masa bruta máxima	13 017 kg
con la masa bruta básica	7098 kg

Fuente. Ficha técnica Motoniveladora 140H, (2002).



Figura 5. Hoja vertedera.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 6. Cuchilla lisa en hoja vertedera.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 7. Cuchilla con stinger en hoja vertedera.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Las hojas Stinger cuentan con puntas de carburo que giran, penetran y fracturan las superficies de terreno más sólidas. Deere & Company. (2018).

En lugar de raspar la superficie o añadir nueva grava, las hojas de la púa reciclan la grava existente dejando los finos en la superficie. Las rocas más grandes se desintegran o se tiran a un lado. Con una o dos pasadas se logra desaparecer hasta la superficie más resistente. Al usar las púas la niveladora puede dedicar más tiempo a reparar y menos tiempo en el taller. Deere & Company. (2018).

Detalles de Stinger:

- Recicla grava en la superficie.
- Igual de eficaz en asfalto sellado con aceite.
- Se pueden usar hasta 10 veces más que las hojas convencionales.

Bastidor

El bastidor o chasis es el elemento metálico que sirve de soporte a todos los mecanismos que llevan consigo una niveladora.

Las ruedas delanteras soportan una larga viga puente de donde cuelga la hoja vertedera. En algunos tipos de máquinas la viga va unida mediante un pivote al chasis trasero para permitir el giro en un círculo reducido, una mayor manejabilidad, y permite avanzar con el bastidor en ángulo en relación con sentido de marcha, manteniendo las ruedas paralelas. Ficha técnica Motoniveladora 140H, (2002).

El diseño permite que las ruedas trabajen a diferentes niveles para perfilar cunetas, peraltes, y otras tareas análogas. La

combinación de ambos dispositivos permite que la dirección pueda controlarse sin necesidad de concentración excesiva por parte del conductor, liberando así su atención a favor de la hoja vertedera. Figura 9.

CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS DEL BASTIDOR DELANTERO	
Diámetro del círculo	1530 mm
Barro de tiro	
Altura	127 mm
Espesor	25 mm
Chapas superior/inferior	
anchura	305 mm
espesor	25 mm
Chapas laterales	
anchura	241 mm
espesor	12 mm
Masa del revestimiento	
mínima	165 kg/m
máxima	213 kg/m
Modulo resistente de la sección transversal	
mínima	4785 m ³
máxima	2083 cm ³
Eje delantero	
altura libre sobre el suelo	625 mm
inclinación de las ruedas delanteras	18°
ángulo de oscilación	32°
Espesor de la viga de la hoja y el círculo	30 mm

Fuente. Ficha técnica Motoniveladora 140H, (2002).



Figura 8. Dirección de eje delantero.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Motor

El motor Cat 3176C está diseñado para afrontar las aplicaciones más duras. Su sistema de Potencia Variable, que adapta las curvas de par a cada velocidad de la transmisión, aumenta al máximo la respuesta, potencia y rendimiento del motor. Su bajo consumo de combustible reduce los costes de operación y el impacto medio ambiental. Ficha técnica Motoniveladora 140H, (2002).

CUADRO 6. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR.		
Potencia neta	Kw	hp
VHP		
en 1° a 3° velocidades	123	165
en 4° a 8° velocidades	138	185
VHP Plus		
en 1° a 3° velocidades	123	165
en 4° a 6° velocidades	138	185
en 7° a 8° velocidades	153	205
Potencia bruta		
VHP		
en 1° a 3° velocidades	136	182
en 4° a 8° velocidades	151	202
VHP Plus		
en 1° a 3° velocidades	136	182
en 4° a 6° velocidades	151	202
en 7° a 8° velocidades	166	222

Cilindrada	10,3 litros
Diámetro	125 mm
Carrera	140 mm
Régimen del motor a la potencia nominal	2000 rev/min
Número de cilindros	6
Altitud hasta la que se mantiene la potencia	3048 m
Velocidad de giro del ventilador estándar	
máxima	1210 Rev./min
mínima	500 Rev./min
Temperatura Ambiente Máxima	47°
Velocidad de giro del ventilador para climas cálidos	
máxima	1300 Rev./min
mínima	500 Rev./min
Temperatura Ambiente Máxima	50°

Fuente. Ficha técnica Motoniveladora 140H, (2002).

Las niveladoras suelen tener de tres a seis cambios o marchas. Pueden desarrollar un máximo de 30 kph. Las velocidades bajas se utilizan para conformar, y las más altas para trasladarse.



Figura 9. Sistema de control de marchas.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Control de la hoja

Sin control, la hoja se orienta en el plano que determinan las irregularidades del terreno, pero como la hoja puede posicionarse mediante cilindros hidráulicos, el conductor impone ciertas medidas de control, independiente de la posición que adopten las ruedas. Deere & Company. (2018).

No obstante, para conseguir superficies muy planas y regulares, es necesario utilizar algún dispositivo de nivelación.



Figura 10. Control de la hoja.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Desgarradores (RIPPER)

En la parte posterior de la niveladora se utilizan usualmente desgarradores (rippers). Los desgarradores permiten la ejecución de trabajos de afloramiento del material de corte por medio de uno o varios brazos cuyos movimientos son realizados mediante cilindros hidráulicos, que suben o bajan radialmente o en paralelogramo. Deere & Company. (2018).

El accesorio para desgarrar, escarificar o arar es una pieza que tiene una uña (llamada diente) que se asemeja a un arado. El desgarrador de tipo radial, gira en torno de su viga de soporte girando hacia arriba hasta un ángulo de 30°. Esto puede originar problemas para lograr que el cuerpo del desgarrador penetre en algunos materiales muy duros. Deere & Company. (2018).

El modelo de paralelogramo tiene mejor capacidad de penetración, ya que, el cuerpo del desgarrador penetra en algunos materiales muy duros.

El modelo del paralelogramo tiene mejor capacidad de penetración que el cuerpo del desgarrado se mantiene en posición vertical y se le puede aplicar mayor fuerza mediante los brazos de soporte. Cualquiera de los dos

sistemas puede dar profundidad de desgarramiento de 0,6 a 1,20m. Deere & Company. (2018).

La efectividad del desgarrador depende de:

1. La presión aplicada en la punta.
2. La potencia para que avance la punta, cruzando el material a desgarrar.
3. El peso de la máquina para desarrollar suficiente tracción.
4. Las propiedades del material de superficie.

CUADRO 7. CARACTERÍSTICAS DEL RIPPER	
Profundidad máxima de rizado	462 mm
Portavástagos de Ripper	
número	5
separación	533 mm
Fuerza de penetración	8047 kg
Fuerza de palanca	9281 kg
Aumento de la longitud de la máquina, con el portadientes levantado	970 mm

Fuente. Ficha técnica Motoniveladora 140H, (2002).



Figura 11. Desgarrador tipo Jonh deere.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018)

Escarificador

CUADRO 8. CARACTERÍSTICAS DEL ESCARIFICADOR	
Escarificador en V delantero	
Anchura de trabajo	1184 mm
Profundidad máxima de escarificación	292 mm
Portavástagos del escarificador	
Número	11
separación	116 mm
Escarificador trasero	
Anchura de trabajo	2300 mm
Profundidad máxima de escarificación	411 mm
Portavástagos del escarificador	
número	9
separación	267 mm

Fuente. Ficha técnica Motoniveladora 140H, (2002).

Excavadora

Se denomina excavadora a una máquina autopropulsada, sobre neumáticos u orugas, con una estructura capaz de girar al menos 360° (en un sentido y en otro y de forma ininterrumpida) que excava o carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de la cuchara, fijada a un conjunto formada por pluma y brazo o balancín sin que la estructura portante o chasis se desplace. Volvo Group Global, (2011).

Aplicaciones de la excavadora

Las excavadoras tienen una amplia gama de aplicaciones industriales y comerciales.

Consiguen dragar ríos, contribuir a espacios claros para controlar incendios forestales, corte de cepillo (con los accesorios correcto), demoler edificios, suelo grado de ayuda paisajistas, cavar hoyos y zanjas, con extracción y elevación pesada y aún conducir pilas. Estas excavaciones generalmente son

aprovechadas para colocar tuberías, cables, drenajes y, sobre todo, para la distribución de los cimientos en edificaciones.

Todos los movimientos y funciones de la excavadora se realizan mediante el uso de fluido hidráulico, ya sea con cilindros o motores. Volvo Group Global, (2011).

Son máquinas que se fabrican para ejecutar excavaciones en diferentes tipos de suelos, siempre que estos no tengan un contenido elevado de rocas. Se utilizan para excavación contra frentes de ataque, para el movimiento de tierras, la apertura de zanjas, la excavación de fundaciones de estructuras, demoliciones, excavaciones de bancos de agregados, en el montaje de tuberías de alcantarillas, entre otros. Volvo Group Global, 2011.

Es una máquina dotada de una tornamesa que le permite girar horizontalmente hasta un ángulo de 360°, realiza la excavación haciendo girar el cucharón hacia atrás y hacia arriba en un plano vertical; en cada operación la pluma sube y baja. Para obtener un mayor rendimiento las alturas de corte deben ser superiores a 1,50 metros. Volvo Group Global, (2011).

La altura de excavación depende de la capacidad del cucharón y la longitud de la pluma. Están equipadas con diferentes tipos de cucharones de acuerdo con el trabajo que van a realizar. Como regla general se utilizan cucharones anchos en suelos fáciles de excavar y angostos para terrenos más duros. La capacidad de levantamiento depende del peso de la máquina, de la ubicación de su centro de gravedad, de la posición del punto de levantamiento y de su capacidad hidráulica. En cada posición del pasador del cucharón, la capacidad de levante está limitada por la carga límite de equilibrio estático o por la fuerza hidráulica. Volvo Group Global, (2011).

Las excavadoras pueden estar montadas sobre orugas o sobre neumáticos, siendo las de mayor rendimiento las de orugas por sus mejores condiciones de equilibrio y su mejor agarre al suelo.

Componentes principales de la excavadora 320 CL

- Chasis: estructura portante desplazable mediante de cadenas o ruedas neumáticas. En el caso de ser de ruedas llevará unos estabilizadores para constituir bases de apoyo.
- Corona de giro: sirve de apoyo de la estructura sobre el chasis, permitiendo a esta girar mientras el chasis permanece en estación. De dentado exterior o interior atacado por un piñón con motor independiente y dotada de freno.
- Estructura: sostiene el resto de la excavadora (motores, transmisiones, cabina, contrapeso).
- Cuchara: fijo o móvil y dispuesta en el extremo de un brazo móvil soportado por una pluma también móvil.
- Energía motriz: motor diésel o diésel eléctrico.
- Sistemas de accionamiento: cilindros hidráulicos en su mayoría, aunque también existen por cables y cabestrantes, transmisiones mecánicas, cilindros neumáticos.



Figura 13. Sistema hidráulico de la excavadora.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Motor

El motor Cat 3066T y el probado sistema hidráulico se combinan para dar a la 320C regularmente alta potencia y control en el campo. Ficha técnica Excavadora Hidráulica 320 y 320 CL.

CUADRO 9. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

Motor diésel CAT 3066T		
Modelo de motor	Motor diésel CAT 3066T	
Potencia en volante	103 Kw	138 hp
ISO 9249	104 Kw	139 hp
SAE J1349	105 Kw	140 hp
Calibre	102 mm	4,02 pulg
Cilindrada	6,37 L	389 pulg3

Fuente. Ficha técnica Excavadora Hidráulica 320 y 320CL, (2003).

Plumas y brazos

Flexibilidad incorporada en el diseño que aumenta la producción y la eficiencia, cualquiera que sea la tarea. Volvo Group Global, (2011).

Mantenimiento de la maquinaria

Se define mantenimiento como: el conjunto de actividades que se realizan a un sistema, equipo o componente para asegurar que continúe desempeñando las funciones deseadas dentro de un contexto operacional determinado. Con el objetivo de corregir y prevenir fallas. Rojas, V. (2013)

Se procura la utilización de la maquinaria durante la vida útil, reduciendo factores de desgaste, deterioros y roturas que garantizan que las máquinas alcancen una mayor vida útil, analizan la conveniencia o no de continuar con el servicio de mantener a una máquina, que presenta problemas de funcionamiento o buscar su remplazo, maximizando el aprovechamiento de los recursos disponibles para la función del mantenimiento.

La planificación del mantenimiento reduce los costos de operación y reparación de los equipos industriales, por medio de programas para la lubricación, engrase, revisiones periódicas de sus componentes, limpieza y ajuste de las máquinas, resaltando el concepto que, a mayor descuido en la conservación de los equipos, mayor será la producción de baja calidad. Rojas, V. (2013)

Mantenimiento preventivo

Se fundamenta en realizar inspecciones periódicas sobre los equipos, esto debido a que todas las partes de un mecanismo se desgasten en forma desigual, y, es necesario atenderlos para garantizar un adecuado funcionamiento. Rojas, V. (2013)

Un programa de mantenimiento preventivo se ejecuta mediante un cronograma de actividades: revisiones, inspecciones visuales, lubricación, cambio de piezas, verificación y engrase. Con el objetivo de prevenir posibles fallas, al considerar la disponibilidad de la planta para realizar mantenimiento, periodicidad de las inspecciones y análisis de las actividades que pueden ser desarrolladas de las inspecciones, además, de un análisis de las actividades que se desarrollan sobre el equipo en marcha o cuando esté detenido. Rojas, V. (2013)

Ventajas de implementar un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria

- Mayor atención a las maquinarias.
- Con el tiempo disminuyen los paros imprevistos de equipos, que son reemplazados por paros programados.
- Se mejora notoriamente la eficiencia de las máquinas.
- Después del tiempo de estabilización del programa, se obtiene una reducción real de costos, al disminuir las fallas repetitivas y duplicación de reparaciones: una para desvariar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Se aumenta la confiabilidad de los equipos, ya que operan en mejores condiciones de seguridad, porque se conoce el estado y sus condiciones de funcionamiento.
- Se aprovecha la vida útil de las maquinarias, al dar un mantenimiento preventivo.
- Disminución de costos y repuestos en almacén. Ya que se establecen los mínimos y máximos de respuestas a tener en bodega.

- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento, debido a una programación de actividades.

Limitaciones del programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria

- Inicialmente pueden aumentarse los costos de mantenimiento, producto de la implementación de programas de frecuencias que anteriormente no se ejecutaban.
- Costos de lubricantes y otros insumos que posiblemente aumenten, ya que anteriormente no se gastaban con la frecuencia requerida.
- Cuando se requieran operarios para desarrollar trabajos de mantenimiento correctivo, al inicio de la implementación del programa, estos pueden ser utilizados en trabajos programados de mantenimiento preventivo.

Principios básicos de mantenimiento preventivo

- Inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos o instalaciones, para corregirlas en un lapso que permita programar la reparación, sin que haya paro inoportuno.
- Actividades repetitivas de inspección, lubricación, calibraciones, ajustes, cambios y limpieza.
- Programación de esas actividades repetitivas con base en horas de trabajo o frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales.
- Ordenamiento de actividades repetitivas en fechas calendario perfectamente definidas, siguiendo la programación de frecuencias de actividades, que deberán respetarse o reprogramarse en casos excepcionales.
- Control de las actividades repetitivas con base en formatos de ficha técnica órdenes o solicitud de trabajo, hoja de vida, programa de inspección, lubricación y de calibraciones.

Productividad

Es la medida de la efectividad de las habilidades de los supervisores, los trabajadores, los equipos y los materiales que son utilizados en el sitio de trabajo para obtener el resultado esperado de una actividad. Para adquirir productividad no necesariamente se requiere trabajar más, sino trabajar de manera inteligente. Leandro Hernández, A. G. (2018).

Tipos de Trabajo

La productividad del empleo se mide en relación con el contenido del trabajo beneficioso, el cual se ve afectado por la presencia de actividades contributivas y no contributivas que restan del tiempo disponible para realizar dicho trabajo. Sánchez, R. (1999).

Trabajo Productivo

Labores que afectan en forma directa el avance de la obra. Sánchez, R. (1999). Ejemplo: excavaciones, apertura de calles, entre otras.

Trabajo Contributivo o de Soporte

Labores que contribuyen a realizar el trabajo productivo. Sánchez, R. (1999). Ejemplo: transporte de materiales, realizar mediciones, leer planos, entre otros.

Trabajo no Contributivo

Labores que no aportan nada a la ejecución del proyecto. Ejemplo: fumar sin realizar trabajo y esperar la llegada de material. Sánchez, R. (1999)

Se subdivide en los siguientes componentes:

1. Inactividad por "Necesidades Fisiológicas" (NF): son todas aquellas acciones que realiza un ser humano para satisfacer sus necesidades biológicas, físicas y naturales.
2. Inactividad por "Ineficiencia de la Administración" (IA): En esta categoría se incluyen todos los tiempos muertos ocurridos en las cuadrillas, debido a una deficiente planificación y coordinación de las actividades.
3. Inactividad por "Fuerza Mayor y Otras Causas" (FM): Está conformada por todas las causas que producen inactividad en la mano de obra debido a fuerza mayor, es decir, aquellos hechos no controlables por la administración, y eventualidades.
4. Inactividad por "Tiempo Ocioso" (TO): Este tiempo está conformado por la inactividad de la mano de obra.

El TNC puede expresarse como:

$$TNC = NF + IA + FM + TO$$
$$TNC = W\% + X\% + Y\% + Z\%$$

donde:

NF: % de tiempo debido a necesidades fisiológicas.

IA: % de tiempo debido a ineficiencia de la administración.

FM: % de tiempo debido a fuerza mayor.

TO: % de tiempo debido a tiempo ocioso.

Otro concepto necesario de definir es el de pérdidas, ya que se relaciona directamente con la productividad y el trabajo no contributivo.

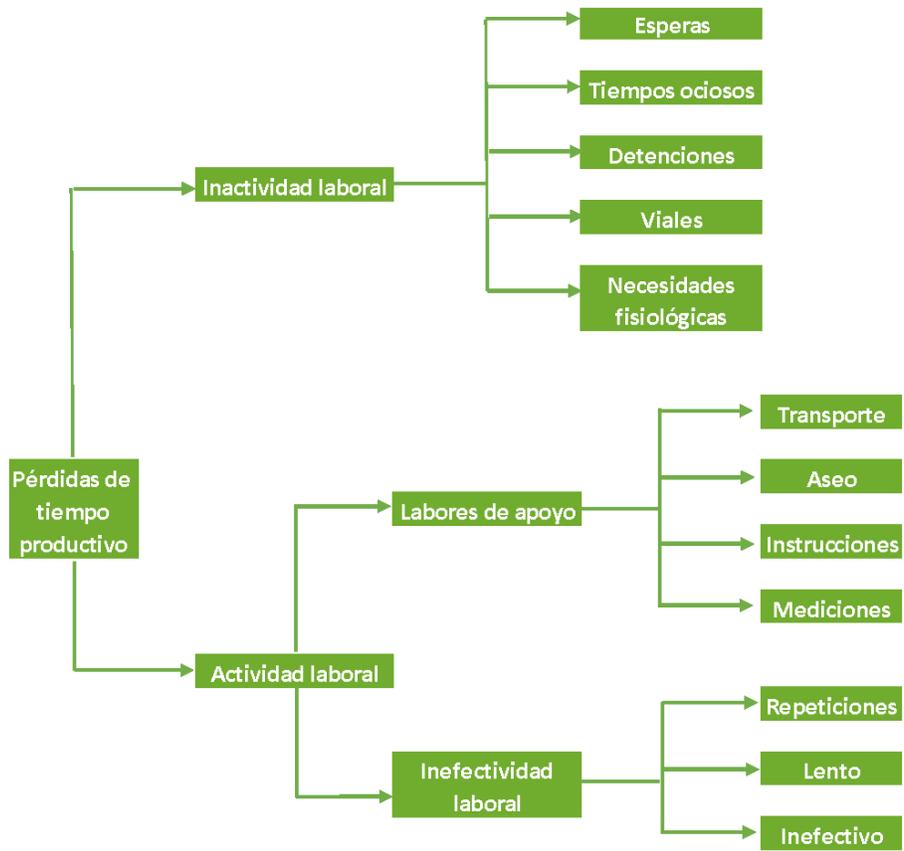


Figura 14. Subcategorías de la inactividad laboral.
Fuente. Leandro Hernández, A. G. (2018).

CUADRO 10. VARIABLES QUE AFECTAN LOS RENDIMIENTOS

Variable	Ejemplos
<ul style="list-style-type: none"> ● Factores técnicos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Claridad de las especificaciones técnicas (malentendidos) ● Variaciones/cambios en el diseño durante la ejecución. ● Dimensión de la labor a realizar. ● Grado de coordinación entre las disciplinas de diseño. ● Nivel de complejidad del proyecto. ● Mal diseño del sitio de estructuras temporales. ● Falta/retraso de inspección y supervisión por el ingeniero(a). ● Acceso restringido al sitio. ● Cumplimiento de las disposiciones legales. ● Complejidad del método de construcción. ● Sistemas de transferencia de la información. ● Condiciones del suelo. ● Ausencia de planificación de trabajos preliminares. ● Órdenes de cambio.
<ul style="list-style-type: none"> ● Factores humanos (mano de obra) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fatiga. ● Motivación del trabajo. ● Estrés motivado por jefes. ● Habilidad de la mano de obra. ● Nivel de experiencia de la mano de obra. ● Puntualidad. ● Ausentismo. ● Cantidad de descansos y duración. ● Interrupciones no controladas (café, baño, etc.). ● Relaciones laborales problemáticas. ● Problemas personales. ● Confianza en el trabajo que se desarrolla. ● Falta de reconocimiento por el trabajo desarrollado. ● Problemas de salud. ● Ociosidad. ● Realización de procesos en forma muy lenta. ● Uso del celular. ● Conversaciones entre empleados. ● Pierden mucho tiempo en esperas. ● Edad de los trabajadores.
<ul style="list-style-type: none"> ● Factores administrativos : Tipo A (Gestión o Motivación) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Falta de liderazgo de los encargados de la construcción. ● Falta de clasificación de los materiales. ● Falta de supervisión y control del trabajo ● Falta de especialización del personal. ● Trabajar siete días a la semana sin descanso o exceso de horas extra. ● Accidentes, resultado de un programa de seguridad y salud inadecuado.

	<ul style="list-style-type: none"> • Deslealtad laboral. • Alta rotación de personal. • Retraso en el pago de los trabajadores. • Retraso en el pago a los proveedores. • Falta de sistema de incentivos. • Salarios bajos.
<ul style="list-style-type: none"> • Factores administrativos : Tipo B (Material y Equipo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de subcontratistas trabajando simultáneamente. • Escasez de materiales, herramientas o equipos. • Calidad de los materiales. • Administración del inventario. • Calidad de herramientas y maquinaria. • Falta de mantenimiento del equipo de trabajo. • Compra de repuestos incorrectos. • Falta y fallas de equipos. • Falta de herramientas. • Maquinaria mucho tiempo encendida. • Mala planificación en la compra de materiales. • Falta de planificación en la disponibilidad de equipos.
<ul style="list-style-type: none"> • Factores administrativos : Tipo C (Seguridad e Higiene Ocupacional) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ignorar precauciones de seguridad. • Falta de supervisores de seguridad en el sitio. • Trabajadores en alturas. • Accidentes. • Riesgos debido a la naturaleza del trabajo. • Escasez de equipo de protección personal. • Falta de recursos de seguridad en el sitio (señalamiento). • Mala condición de los equipos de seguridad laboral. • Ausencia de programas de seguridad en el sitio. • Falta de capacitación en seguridad y salud ocupacional. • Equipo de protección personal inexistente o inadecuado.
<ul style="list-style-type: none"> • Factores Externos y Ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido. • Realizar trabajos en la noche. • Subir gradas. • Topografía del sitio. • Temperatura alta/baja. • Alta humedad. • Fuertes vientos. • Nivel freático alto. • Distancia entre las obras de construcción y vivienda de los trabajadores. • Quejas de vecinos. • Falta de planificación del tránsito de materiales y vehículos. • Limitaciones en la utilización de espacios por ejemplo el proyecto se desarrolla en una zona residencial.

Fuente. Leandro Hernández, A. G. (2018).

Información General de la empresa

La Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, División Piña (PINDECO. S.A.). Es una empresa dedicada a la producción, empaque y comercialización de piña, localizada en la Zona Sur de nuestro país, su plantación se extiende sobre las fincas localizadas en los cantones de Buenos Aires y Pérez Zeledón.



Figura 15. Logo de la Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte. S.A.

Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018).

Antecedentes históricos

La Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte inició sus operaciones en Costa Rica, en el año 1968, con la producción, compra y exportación de banano. En el transcurso de los años, ha experimentado un fuerte crecimiento, lo que ha hecho que la administración se vea obligada a ejecutar cambios operativos, de tal forma que se puedan enfrentar los procesos propios del crecimiento.

Es así como la división creció tanto en la cantidad como en la variedad de los productos que se exportan desde Costa Rica, dando como resultado la constitución de nuevas compañías, entre las cuales están las siguientes:

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, División Banano: dedicada a la comercialización del banano; además, productos no tradicionales como: plátano, chayote, ayote, ñampí, chile, jengibre, malanga y otros.

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, División Piña: su actividad principal es la producción, empaque y venta de piña.

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, División Carmen: dedicada a la siembra y producción de banano.

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, División Specialty Products: dedicada a la comercialización de melón y sandía.

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, División Fresh Products Internacional: su función es la coordinación de las operaciones portuarias, recepción y despacho e importación de insumos propios de la actividad agrícola para las demás divisiones.

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, División Fresas del Trópico: su actividad es la exportación de productos congelados.

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, División Frutas y Sabores: su actividad es la comercialización de jugo concentrado de piña.

Historia de la producción de la piña en Costa Rica

Entre 1975 y 1977 las plantaciones de la piña en Hawái se vieron afectadas por ubicarse en terrenos contaminados y por requerir mano de obra calificada, la cual implicaba gran recurso económico. En Costa Rica entre los años 1978 y 1980 se iniciaron los estudios para encontrar los terrenos idóneos para la producción de piña. En la Zona Sur del país, en Buenos Aires, Puntarenas, se encontró el lugar ideal para comenzar operaciones.

Durante los primeros cuatro años se realizan trabajos de forma experimental, teniendo como inconveniente el alto costo de la importación de semilla desde Hawái. En 1984 se plasman los primeros embarques de fruta fresca con destino a mercados como Estados Unidos y Europa, y en año 1995 se iniciaron las primeras exportaciones de la nueva variedad de piña del Monte Gold, única en el mundo y que revoluciona el mercado internacional.

Del Monte Tropical Fruit Company sufre un constante proceso evolutivo, esto comienza en el año 1968, cuando del Monte Corporation

de San Francisco California adquiere el West Indies Fruit Company, y, crea la compañía del Monte Banana Company y su subsidiario Bandeco. En 1972, Del Monte Banana Company compra la división de la United Brands, ubicada en Guatemala, con lo cual nace la compañía Bandegua.

Misión de la empresa

Consolidarse como la empresa líder a escala mundial, en el campo de la comercialización de fruta fresca, brindando a sus clientes, productos de alta calidad, con precios competitivos y el servicio adecuado para lograr la satisfacción de las expectativas del mercado; creando además fuentes de trabajo para contribuir con el bienestar social del país.

Visión de la empresa

Crear y mantener una atmósfera de mejoramiento continuo es parte del compromiso asumido por la corporación, basada en los pilares de la investigación y desarrollo, así como en la adquisición de nuevas tecnologías que permitan el desempeño de las operaciones de la manera más eficiente en busca de la maximización de los rendimientos al menor costo.

Política Ambiental

La gerencia se encarga de definir la política ambiental de la organización, esta debe asegurar que sea apropiada para la naturaleza e impacto ambiental de sus actividades, que tiene la obligación y responsabilidad en el control y mejora de operaciones como forma de gestión de protección al ambiente. Busca cumplir con altos estándares para salvaguardar la salud humana y ambiental en todas las operaciones y producto, reputando que una sólida gestión ambiental es fundamental para el éxito de los negocios.

Trata de equilibrar el uso de los agroquímicos, controlando plagas, enfermedades y nutrición, con la finalidad de mantener la producción, hacer uso racional de los recursos naturales renovables y no renovables al utilizar eficientemente materias primas, prevenir la contaminación, propiciar un uso racional del agua y el uso eficiente de la

energía. Esta Política Ambiental debe ser documentada, mantenida y comunicada a todos los empleados y disponible al público.

Ubicación geográfica

Las dos mayores actividades de la corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, la producción de banano que se realiza en la zona atlántica y la producción de piña en la Región Sur, específicamente en Buenos Aires de Puntarenas

En el distrito de Buenos Aires se encuentra una planta empaedora, las oficinas centrales de la región y en el distrito de Volcán se tiene otra planta empaedora de piña. A continuación, se muestra la ubicación geográfica de las dos plantas empaedoras mencionadas y de la infraestructura de las oficinas.



Figura 16. Vista en planta de oficinas centrales de Buenos Aires.

Fuente. Google Earth Pro, (2018)

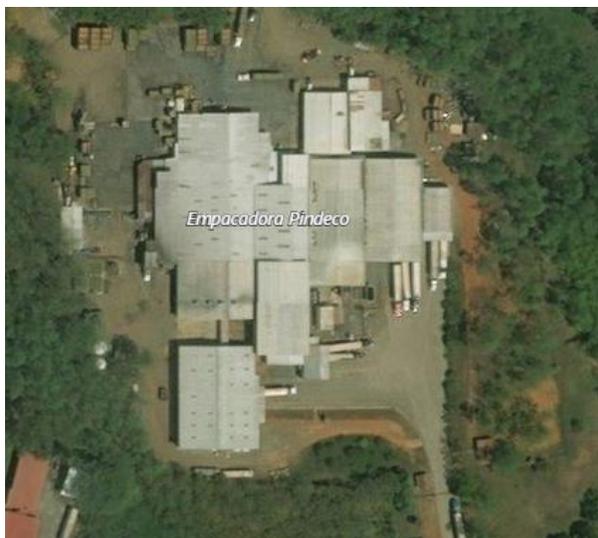


Figura 17. Vista en planta de la Planta Empacadora Buenos Aires.
Fuente. Google Earth Pro, (2018).



Figura 18. Vista en frontal de la Planta Empacadora Buenos Aires.
Fuente. SketchUp, (2018).

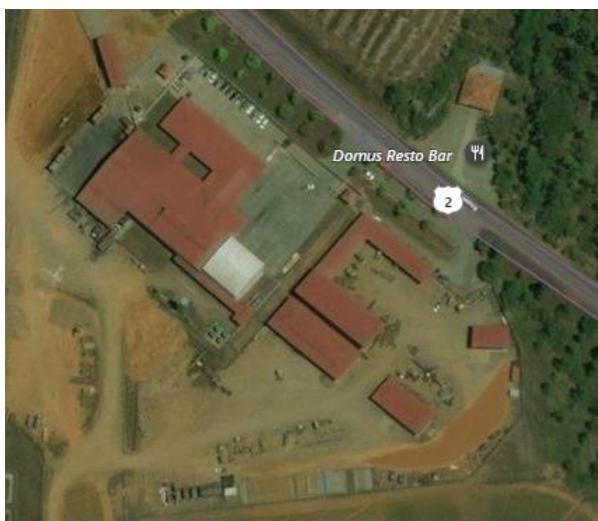


Figura 19. Vista en planta de la Planta empacadora Volcán.
Fuente. Google Earth Pro, (2018).



Figura 20. Vista en frontal de la Planta Empacadora de Volcán.
Fuente. SketchUp, (2018).

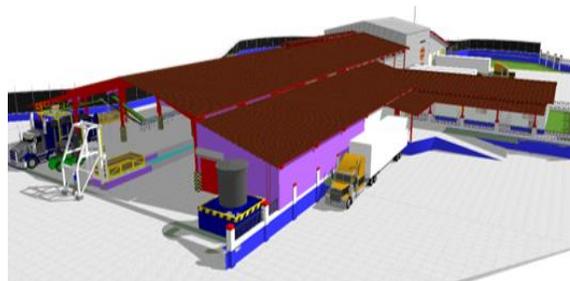


Figura 21. Vista en frontal de la Planta Empacadora de Santa Fe.
Fuente. SketchUp, (2018).

Se tienen, además, varias operaciones que son ubicadas en distintas zonas del país, a continuación, se muestra una tabla que especifica las zonas centrales donde se realizan las operaciones de la compañía.

CUADRO 11. UBICACION GEOGRÁFICA DE LAS DIFERENTES OPERACIONES

Operación	Ubicación
Oficinas Centrales	San José
Producción de banano	Zona Atlántica
Producción de piña	Buenos Aires de Puntarenas
Producción de melón y sandía	Guanacaste
Exportación de fruta e importación de materias primas	Limón
Productos congelados	Heredia
Concentrado de piña	San Carlos

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

La organización del Departamento de Ingeniería

de Ingeniería, y específicamente el Departamento de Ingeniería Civil.

A continuación, se presentan los Organigramas administrativos del Departamento de Servicios

Esquema del personal administrativo de la empresa en general

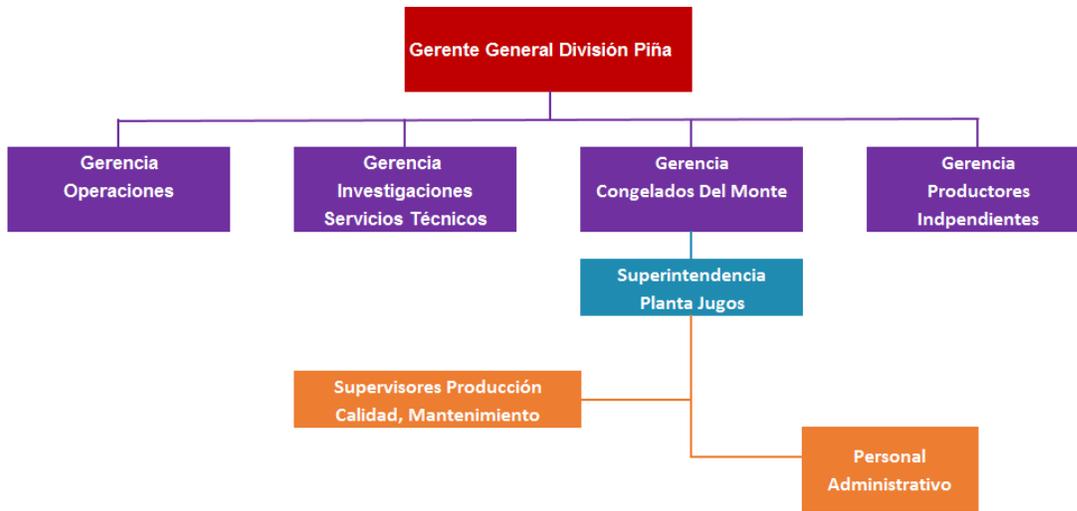


Figura 22. Organización del personal administrativo de la empresa en general. Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Esquema del Departamento de Servicios de Ingeniería

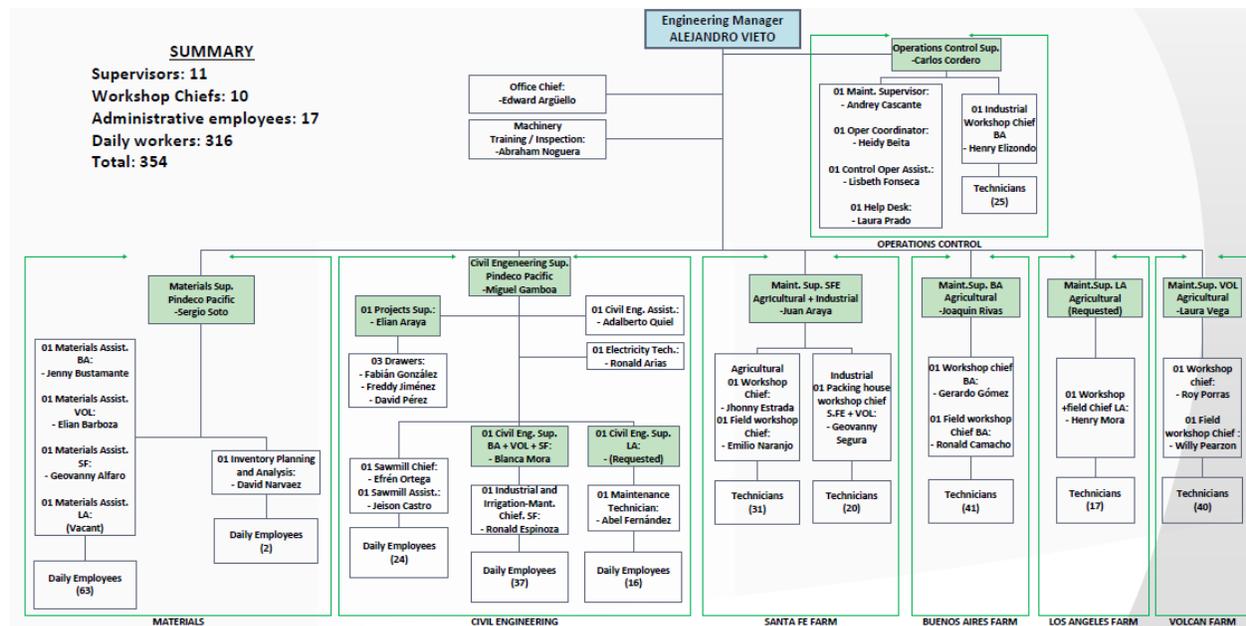


Figura 23. Organización del departamento de servicios de Ingeniería. Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018).

Funciones del Departamento de Ingeniería Civil

Supervisor

- El personal bajo su cargo cumpla a cabalidad las funciones y objetivos del departamento.
- Organizar y distribuir las órdenes de trabajo que lleguen al departamento de Ing. Civil, de acuerdo con prioridades y urgencias.
- Supervisar y dar seguimiento a las órdenes de trabajo para aseguramiento de que dicho orden se realizó.
- Define estrategias a seguir en el departamento.
- Organiza las actividades y proyectos por realizar.
- Asume la responsabilidad.
- Aprueba las solicitudes de compra.
- Define políticas de capacitación de personal.
- Brinda ayuda a sus subordinados en aspectos técnicos o administrativos.
- Rinde cuentas a sus superiores con respecto al desempeño del departamento.
- Motiva y apoya a sus subordinados.
- Controla costos del departamento.

Jefe

- Organizan las tareas del departamento.
- Ayudan en la ejecución del mantenimiento.
- Analizan las posibles fallas que se pudieran presentar en los equipos.
- Verifican el uso correcto de los documentos.
- Analizar el uso adecuado de los recursos.
- Organizan inspecciones a labores realizadas.
- Velan por la seguridad de los operarios.
- Se asegura que se cuente con el equipo necesario.
- Controlan las acciones que llevan a cabo los operarios.

Oficinista

- Elabora documentos propios del puesto.
- Leva el control de los trabajos realizados.

- Formula reportes sobre lo que acontece con respecto a los trabajos realizados.
- Controla las horas laboradas de los operarios.
- Otras labores administrativas.

Operario

- Realizan inspecciones de mantenimiento preventivo en las máquinas.
- Corregir fallas en la maquinaria.
- Llenan documentación sobre los trabajos realizados a las máquinas, según sea el caso.
- Llenan documentación sobre los trabajos realizados, según sea el caso.

La responsabilidad del departamento de Ingeniería Civil ante la empresa es bastante grande, ya que esta comprende gran cantidad de funciones vitales para el buen accionar de la misma.

Es importante que el departamento de Ingeniería Civil mantenga una buena relación y coordinación con todos los departamentos de la empresa, especialmente con el departamento de encargado de la coordinación de las actividades en la Planta Empacadora.

En empresas pequeñas existe un mismo responsable que se encarga de los trabajos de producción y mantenimiento de infraestructura, en tanto que en las empresas de mayor tamaño como la analizada, las tareas de mantenimiento se desvinculan de los procesos productivos de la planta, y se subdividen en las actividades de mantenimiento en infraestructura, mantenimiento de equipo y maquinaria, mantenimiento de calles y caminos, mantenimiento eléctrico y mantenimiento de sistemas de riego. Es por esta razón que el departamento de Ing. Civil adquiere un protagonismo importante en la empresa.

Para lograr lo anteriormente descrito el departamento de Ingeniería Civil cumple las siguientes funciones principales:

- Mantener en buenas condiciones de operación todas las edificaciones que componen la infraestructura de la empresa.
- Investigar y analizar los problemas de mantenimiento y causas que los originan.
- Planear y programar el mantenimiento de obras civiles de la empresa

- Determinar los recursos humanos, económicos y técnicos para realizar las actividades de mantenimiento.
- Establecer las funciones, responsabilidades del personal de mantenimiento.
- Elaborar un inventario de la maquinaria y edificaciones existentes en la empresa.
- Participar en el desarrollo de políticas sobre mantenimiento que la empresa promulgue.
- Mantener una comunicación permanente de los objetivos, políticas, procedimientos, programas, problemas y resultados con el Gerente de Servicios de Ingeniería y departamentos relacionados con estas actividades.
- Observar y evaluar el desarrollo de las actividades de mantenimiento con el propósito de tomar decisiones que mejoren el servicio.

Maquinaria en estudio

Maquinaria de la empresa PINDECO

Niveladoras

La empresa posee en su totalidad 11 niveladoras propias, de las cuales 9 pertenecen al Departamento de Agricultura y son utilizadas para trabajos a fines a preparaciones de terreno para la siembra. Al Departamento de Ingeniería Civil le corresponden dos, las cuales se encargan de mantenimientos de caminos y actividades afines a ingeniería civil.

En el mercado se encuentran diferentes modelos de niveladoras, las cuales se clasifican según su peso y potencia de acuerdo con las funciones específicas para las cuales son requeridas. Para nuestra investigación se trabajó con cuatro modelos de los cuales dos son pertenecientes a la empresa PINDECO y tres son contratadas a empresas privadas.

Niveladoras por analizar propiedad de PINDECO:

- Niveladora CAT 140H.
- Niveladora JD670G.



Figura 24. Niveladora CAT 140H.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 25. Niveladora JD670G.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Excavadoras

No se ha presentado por parte de la compañía la necesidad de comprar este tipo de maquinaria por distintas razones:

1. Precio.
2. Poca importancia dentro de la compañía.

La excavadora solo se utiliza en trabajos precisos y puntuales, como, los movimientos de tierra, que originan la construcción e instalación de sistemas de irrigación en las fincas de cultivo de piña; lo que conlleva a las actividades de: conformación de taludes, zanjeo, excavación de los reservorios de agua, entre otros.

Por lo que se decide subcontratar a empresas privadas debido a rentabilidad por periodos anuales y dependiente de la demanda requerida para el año en cuestión.

Maquinaria de empresas privadas

La empresa para contratar maquinaria y equipo pesado para la realización de trabajos diversos en las plantaciones de piña y obras civiles en Buenos Aires, Santa Marta, Volcán, Finca Los Ángeles, Fincas Somos Verdes (Sonador y Verde Vigor), Santa Fe, Palmar Sur y alrededores, dentro de las propiedades de la Corporación en la zona Sur, abre una licitación anual a empresas privadas, la cual es pública y todas las compañías o personas físicas concursantes, podrán ofertar por la totalidad o en forma parcial la maquinaria a contratarse.

A cada empresa privada interesada se le suministra la información necesaria para determinar los costos de alquiler de equipo y las políticas corporativas que deben acatar. Dentro de los puntos más importantes se destaca la marca, modelo, año de fabricación y el costo de alquiler del equipo por hora, además de estas variables, se toma muy en cuenta la disponibilidad del equipo en la zona, modelo de máquina ofertada y el estado del equipo.

Las empresas a las que se les contrate el servicio de maquinaria por parte de la compañía PINDECO deberán cumplir ciertos parámetros para garantizar la calidad:

- Todos los equipos deberán estar en muy buenas condiciones de operación, los mismos, serán revisados previamente a la contratación por técnicos de la compañía para determinar su estado y si cumplen con las especificaciones solicitadas.
- Suministrar el operario para el equipo alquilado, el cual deberá cumplir con todos los requerimientos en cuanto a equipos de seguridad, antiderrames y herramientas.
- Las empresas deberán contar con el equipo de soporte y las facilidades necesarias, para garantizar que proporcionarán una asistencia de mantenimiento en el sitio de forma inmediata y de buena calidad, lo cual deberá mencionarse en la oferta.

La Compañía PINDECO. S.A. establece su firme compromiso a las Políticas Ambientales y Laborales, fomentando la protección y conservación del ambiente, así como el acatamiento, desarrollo y fortalecimiento de la normativa en materia socio laboral, obligándose a acatar las indicaciones y a no ejecutar

acciones ni disposiciones que contravengan dichas políticas. Por lo que toda empresa contratada y sus trabajadores deberán comprometerse a respetar las normas ambientales conforme lo establecen las leyes respectivas y la Norma ISO-14001.

Acerca del análisis y negociación de las ofertas, se descartan las ofertas recibidas que incumplan los requerimientos solicitados. Se les solicita además a los representantes de las empresas constructoras, reconsiderar el precio de sus maquinarias.

Niveladoras

Para analizar el costo de la niveladora se utiliza una tarifa de referencia para la CAT 140H, basada en licitaciones y contratos anteriores.

Entre los requerimientos que la compañía PINDECO solicita para las niveladoras se encuentran:

- 140 CAT o un modelo equivalente.
- Año 1993 en adelante.
- Pala con cuchilla de 14 pies.
- Descalificadores (mínimo 3 picos).
- Horómetro instalado al bulbo de aceite del motor.

La máquina Champion 710A es equivalente en potencia a la máquina establecida para la tarifa de referencia (CAT 140).

Niveladoras por analizar propiedad privada:

- Niveladora CAT 140H.
- Niveladora CAT 140G.
- Niveladora Champion 710^a.



Figura 26. Niveladora CAT 140H.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 27. Niveladora CAT 140G.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 28. Niveladora Champion 710^a.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Excavadoras

Para analizar el costo de la niveladora se utiliza una tarifa de referencia para la CAT 320 CL, basada en licitaciones y contratos anteriores

Entre los requerimientos que la compañía PINDECO. S.A. solicita para las excavadoras se encuentran:

- Modelo año 2004 en adelante.
- Marca Caterpillar, potencia similar a la CAT 320 CL.
- Poseer tres baldes: roquero, sanitario y trapezoidal.
- Horómetro instalado al bulbo de aceite del motor.

La máquina Komatsu PC200, Link Bell 320 CL, John Deere 210GLC, son equivalentes en potencia a la máquina establecida para la tarifa de referencia (CAT 320 CL)

Excavadoras por analizar propiedad privada:

- Komatsu PC200.
- Link Bell 320 CL.
- John Deere 210GLC.
- Caterpillar 320 CL.



Figura 29. Excavadora Komatsu PC200.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 30. Volvo EC2108LC.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 31. Excavadora Link Bell 320 CL.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 32. John Deere 210GLC.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

La simbología utilizada para la ubicación de la maquinaria corresponde a:

BA: Buenos Aires.

SF: Santa Fe.

LA: Los Ángeles.

VO: Volcán.

CUADRO 12. NIVELADORAS PROPIEDAD DE PINDECO

Equipo modelo	Marca	Ubicación	Modelo	Sección	Año	Tipo Batería	N° Cilindros
5001	Niveladora CAT 140H	VO	Caterpillar 140H	Preparación de Suelos	2009	30H	6
5001	Niveladora CAT 140H	VO	Caterpillar 140H	Preparación de Suelos	2009	30H	6
5003	Niveladora JD670G	BA	John Deere 670G	Preparación de Suelos	2013	30H	4
5004	Niveladora CAT 140G	SF	Caterpillar 140G	Preparación de Suelos	1993	30H	6
5001	Niveladora CAT 140H	LA	Caterpillar 140H	Ingeniería civil	2009	30H	6
5001	Niveladora CAT 140H	LA	Caterpillar 140H	Preparación de Suelos	2009	30H	6
5001	Niveladora CAT 140H	LA	Caterpillar 140H	Preparación de Suelos	2009	30H	6
5003	Niveladora JD670G	BA	John Deere 670G	Preparación de Suelos	2015	30H	4
5003	Niveladora JD670G	VO	John Deere 670G	Preparación de Suelos	2015	30H	4
5003	Niveladora JD670G	SF	John Deere 670G	Preparación de Suelos	2015	30H	4
5003	Niveladora JD670G	VO	John Deere 670G	Ingeniería civil	2015	30H	4

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 13. NIVELADORAS CONTRATADAS A EMPRESAS PRIVADAS

Empresa	Ubicación	Cant	Marca	Modelo	Año	Tarifa
						por hora
Const. Nivesur y Acarreos, S.A.	SF	1	Caterpillar	140H	2001	Ⓢ29081
Const. Nivesur y Acarreos, S.A.	BA		Champion	710A	1997	Ⓢ29081
Nivelaciones Callasa, S.A.	LA	1	Caterpillar	140G	1993	Ⓢ28553

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 14. EXCAVADORAS CONTRATADAS A EMPRESAS PRIVADAS						
Empresa	Ubicación	Cant	Marca	Modelo	Año	Tarifa
						por hora
Const. Nivesur y Acarreos, S.A.	LA	1	Komatsu	PC200	2004	Ⓢ30258
Agropecuaria tierra y agua S. A	SFE	1	Volvo	EC210B	2015	Ⓢ30258
Inversiones Zuñiga Sanchez, S.A.	LA	1	Link Bell	210	2013	Ⓢ30258
Nivelaciones Callasa, S.A.	LA	1	John Deere	210GLC	2016	Ⓢ30771

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Operaciones de mantenimiento en PINDECO. S.A

Niveladoras

Mantenimiento de caminos

La mantención de caminos corresponde a toda aquella actividad que tenga por objetivo conservar y reparar alguna condición del camino u obra de arte perteneciente a este. Es así como dependiendo del requerimiento es que se utilizan distintos equipos o maquinaria. Dentro de las actividades de mantención de caminos de una niveladora en PINDECO se pueden identificar las siguientes:

- Extendido de una hilera de material descargado por los camiones y posterior nivelación.
- Recuperación de material de cunetas.
- Excavación, reperfilado y conservación de las cunetas.
- Conformación.
- Reparación de calzada.
- Raspado de terreno.
- Ripiado.

Importante: Las niveladoras no son máquinas para la producción, sino para realizar acabados, ya sea nivelación o refino.

Recuperación de material de cunetas

En el caso de caminos rípiados se irá incorporando el material removido de las orillas para no perderlo progresivamente y de esta forma desmejorar la carpeta con base

estabilizada. Se debe asegurar que este material removido no se encuentre contaminado.



Figura 33. Recuperación de material.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Cuneteo y reparación de calzada

Para esta actividad se utiliza como maquinaria una niveladora, la cual se encarga de reconformar o perfilar el camino de manera tal de conservar su bombeo y que el agua se canalice ordenadamente a través de las cunetas, y desde estas hacia los puntos de evacuación establecidos.

La frecuencia de pasadas será cada vez que el camino pierda su forma original, o debido al tránsito constante de vehículos de carga.

Cuando las cunetas se encuentren tapadas con material del propio camino, desechos de los matorrales y cultivos, que deban ser reconformadas con las dimensiones prescritas en ancho y profundidad para una adecuada evacuación de agua. Debe tenerse especial cuidado en no dejar cordones de material removido, expuestos en la orilla del

camino, que puedan escurrir y contaminar cursos de agua cercanos. De ser necesario se perfilará el camino en forma sectorizada, para no afectar aquel terreno que pueda estar consolidado.

Las cunetas deben permanecer despejadas de elementos que impidan el escurrimiento normal del agua. Una cuneta con material de arrastre puede significar agua estancada, debilitando la carpeta de rodado, y permitiendo que el escurrimiento ocurra por sobre la carpeta de rodado, aumentando el arrastre de materiales y socavando hasta el punto de interrumpir el tránsito normal de vehículos.



Figura 34. Cuneta en camino contaminada con desechos y matorrales.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

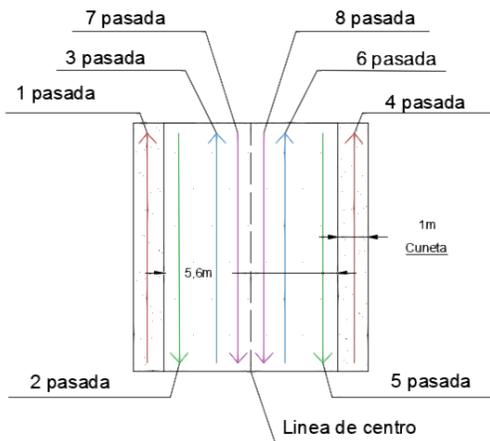


Figura 35. Esquema del cuneteo y reparación de calzada.
Fuente. Elaborado por la autora en AutoCAD, (2018).

Conformación

La conformación se asemeja y resulta homóloga a la actividad de cuneteo y reparación de calzada, no obstante, difieren en la dimensión

del trabajo por realizar. La conformación se realiza cuando la calle se encuentra en estado muy crítico después de cosecha, donde no existen cunetas, las cuales quedaron muy afectadas por el paso de maquinaria, están muy saturadas de sedimentos o se tiene que construir una calle nueva por lo que resulta necesario la intervención y elaboración completa de las mismas. Además de ello, toda la reparación de la calzada incorporando el bombeo, peralte y demás.

También, funcionan las niveladoras muy eficientemente en la conformación de caminos en tierra y lastre y con ello rebajar considerablemente los costos de operación de los vehículos, mayor velocidad implica mayor rendimiento.

Raspado de terreno

Por medio de la hoja vertedera se realiza un raspado a nivel de calzada, para así eliminar los bultos del terreno que propician saltos al camión de cosecha que transporta la piña y así evitar que la fruta se golpee. Al realizar un raspado con stinger se consigue el mismo resultado de cuneteo y reparar calzada de caminos en malas condiciones, son homólogas, con la ventaja de una reducción en el tiempo y desgaste.

Lo que interfiere es que las maquinarias contratadas a empresas privadas solo cuentan con chuchillas lisas. Teniendo estas que proceder con la actividad de mayor duración.



Figura 36. Raspado de calzada.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Ripiado (Escarificación)

Con la adición de los escarificadores (mencionados anteriormente) se pueden usar para romper la superficie muy deterioradas con el fin de reconformarlo, o prepararlo para recibir una nueva superficie.

El ripiado consiste en fraccionar el suelo permitiendo disgregar suelos duros, es una especie de arado, que sirve para disgregar el terreno duro antes de pasar la hoja niveladora. Asimismo, se utiliza eficazmente para obtener una mezcla uniforme de material grueso y material fino para mejorar así la compactación de las superficies de la calzada.

Se profundizan hasta medio escarificador. Durante la época de invierno en la que se produce gran cantidad de barro los rippers son útiles debido a que al secarse el terreno deja una capa de barro sólido, dejando capas abajo el lastre que previamente poseía la calzada, por lo que se prosigue a ripiar para extraer y recuperar el material.

El ripiado es uno de los procesos más complejos debido a que incorpora las actividades de:

- Escarificación.
- Recuperación de material.
- Conformación del material.
- Bombeo y llanteo.



Figura 37. Calzada deteriorada con barro sólido.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 38. Calzada en proceso de ripiado.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 39. Proceso de ripiado.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Lastreo

La niveladora es muy útil para mezclar y extender materiales sobre una superficie. La cuchilla en su avance mezcla los materiales previamente colocados sobre el lecho del camino en camellones longitudinales. Puede usarse para mezclar materiales suelo-cemento o bases estabilizados como ya se menciona.



Figura 40. Actividad de lastreo.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Mantenimiento en caminos públicos

La mantención de caminos públicos se basa en los mismos principios, con la salvedad que en estos casos se debe contar con la debida aprobación de la municipalidad, la cual autorizará la mantención entregando alguna pauta, según sus propios estándares. Debe tenerse especial consideración que, en estos caminos al ser de uso público, debe trabajarse con la debida precaución, instalando la señalética adecuada de advertencia y poniendo atención a la posible existencia de redes de agua superficiales (cañerías), tendido eléctrico a baja altura, cercos divisorios, entre otras.

En el caso de dañar alguno de estos elementos debe darse aviso de inmediato para gestionar una solución inmediata.

Excavadoras

Los trabajos más habituales de una excavadora en PINDECO son los siguientes:

- Drenajes.
- Conformación de taludes.
- Colocación de alcantarilla.
- Zanqueo.
- Ampliación de calles.

Instalación de tubería

Con la maquinaria se procede a asegurar la tubería con utensilios de amarre (cadenas, etc.), luego se iza la tubería de una forma prudencial. La máquina que funcione como grúa debe de hacer descender la tubería poco a poco, de no hacerlo así podría causar daños en la misma y al personal que labora en la instalación.

Mientras se realiza la instalación se debe de llevar el control de la pendiente para cada una de las tuberías, esto se logra revisando las cotas del tubo de entrada y salida mediante un nivel ubicado en un punto estratégico.



Figura 41. Colocación de tubería.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Conformación de taludes

La conformación de taludes es muy importante en la construcción de zanjas y reservorios, puesto que son los que van a evitar en gran medida la erosión del terreno en especial en terrenos con poca cohesión, de ahí que hay que trabajar con los ángulos del talud natural del terreno.



Figura 42. Conformación de taludes.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

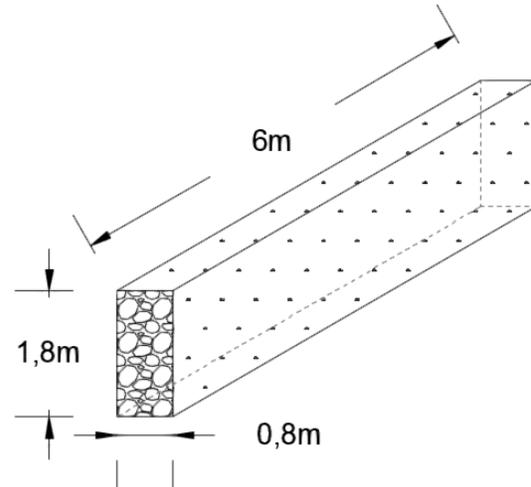


Figura 43. Zanja prototipo de la excavación.
Fuente. Elaborado por la autora en AutoCAD, (2018).

Zanjeo

Se considera zanja a la excavación no mayor de 4 m en ancho o diámetro y no mayor a 7 m de profundidad, este tipo de excavación se puede hacer de forma mecánica, estas zanjas se hacen para las instalaciones de tubería sanitaria y canales.

La máquina idónea para ejecutarlo es la pala excavadora la forma de medición de este ítem se realiza utilizando una zona de excavación de zanja, una longitud, un ancho y una profundidad, determina así un volumen a excavar, se cubica el cucharón del equipo y se consigna en el formato y se estima el tiempo empleado para cada medición, hasta alcanzar el número necesario de medidas, los cuales se consignan en los respectivos formatos para su cálculo. Cuando el material es estable, la altura del banco debe ser aproximadamente igual a la longitud del brazo. Si el material es inestable, la altura del banco debe ser menor.

Si se trata de una excavación para la instalación de tuberías antes que la maquinaria inicie su actividad debe de indicársele el eje de la tubería colocando una línea de cal sobre el mismo. Mientras se excava debe de cuidarse que se respete la forma en que se va a cortar. Usando un nivel se verifica que la excavación no sobrepase la cota de excavación.



Figura 44. Excavación de zanjas.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Cargue de material

Esta actividad depende de muchos factores, se cubicaron todas las vagonetas las cuales tienen una capacidad de 13,53 m³, al igual que los cucharones de los equipos se estimaron los tiempos de llenado de los vehículos y se consignaron en los formatos para tal fin (ver anexo) para el cálculo de su rendimiento.



Figura 45. Cargue de material.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Recaba de canales

Esta se realiza con el fin de elaborar o limpiar los canales que la empresa utiliza para que la escorrentía y los sedimentos se desvíen, y no contaminen la fruta con escombros. El canal se conforma de tres secciones: la boca del canal, el plan y el corte. A partir de estos se calcula el volumen a retirar. Los sedimentos que se depositan en los canales provienen de terciarios que conducen los materiales a terrazas y estas a las cunetas y estas últimas a los canales. Además, en las zonas de cultivo se presenta hundimientos en el terreno denominados microbolos, que corresponden a bajones en los que el agua se empoza, por lo que es necesario de un terciario para su conducción.

En la empresa se maneja una escala de intervención dependiendo la dimensión de la saturación y criticidad del canal para así programar la intervención de la excavadora.

- Limpieza del canal.
- Realización de andén si este fuera necesario. Este se realiza en caso de no existir, en algunos de los casos el andén, ya se encuentra elaborado, por lo que se procede a limpiarlo y a excavar el canal y esparcir la tierra.
- Posteriormente el material removido o dopping, que surge al realizar la excavación, se deposita en los bordes del canal, en las cercanías del andén y, se esparce sobre las áreas de cultivo.

El andén es el tramo que utiliza la excavadora para posicionarse al momento de la excavación y conformación de taludes. Se mantiene a lo largo de todo el canal. La limpieza

del canal se realiza cada 2 años que resulta ser la finalización de la segunda cosecha.

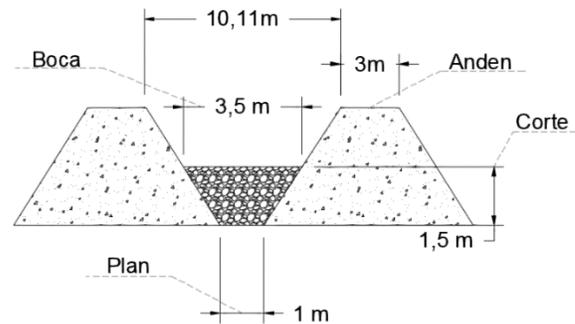


Figura 46. Esquema de las dimensiones prototipo de un canal con sedimentos.
Fuente. Elaborado por la autora en AutoCAD, (2018).



Figura 47. Canal con alta cantidad de sedimentos.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 48. Excavación de canales.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Actividades por analizar

Estas se obtienen de analizar los niveles de importancia de las actividades que realizan las máquinas.

Se elaboran gráficos en los que se muestran las actividades de mayor duración realizadas por la empresa en las que se utilizan maquinaria pesada, esto para tener un mejor concepto y control sobre la distribución de costos y observar en qué actividades se centran los mayores gastos.

Importancia de actividades en las niveladoras

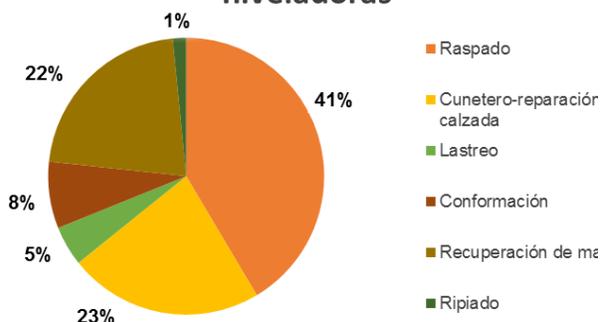


Figura 49. Importancia de las actividades realizadas por las niveladoras.

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

Importancia de actividades en las excavadoras

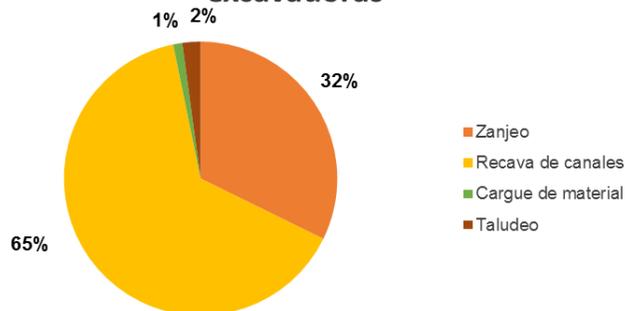


Figura 50. Importancia de las actividades realizadas por las excavadoras.

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018).

Se analizarán las siguientes actividades:

- Niveladoras: Raspado, cuneteo.
- Reparación de calzada, lastreo, conformación, recuperación de material, ripiado.
- Excavadoras: Zanqueo-colocación de tubos y recava de canales.

Ubicación geográfica de fincas en análisis

La ubicación tiene gran importancia para obtener datos de las condiciones topográficas, temperaturas y demás factores que pueden llegar a afectar rendimientos.

A continuación, se presentan las coordenadas geográficas de las fincas de Pindeco. S.A.

Finca Buenos Aires

CUADRO 15. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LA FINCA BUENOS AIRES				
UBICADA ENTRE COORDENADAS	X (NORTE)	Y (SUR)	X (NORTE)	Y (SUR)
CRTM05	563500	1019500	576500	1006000
LAMBERT SUR	527000	352000	539000	339000

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

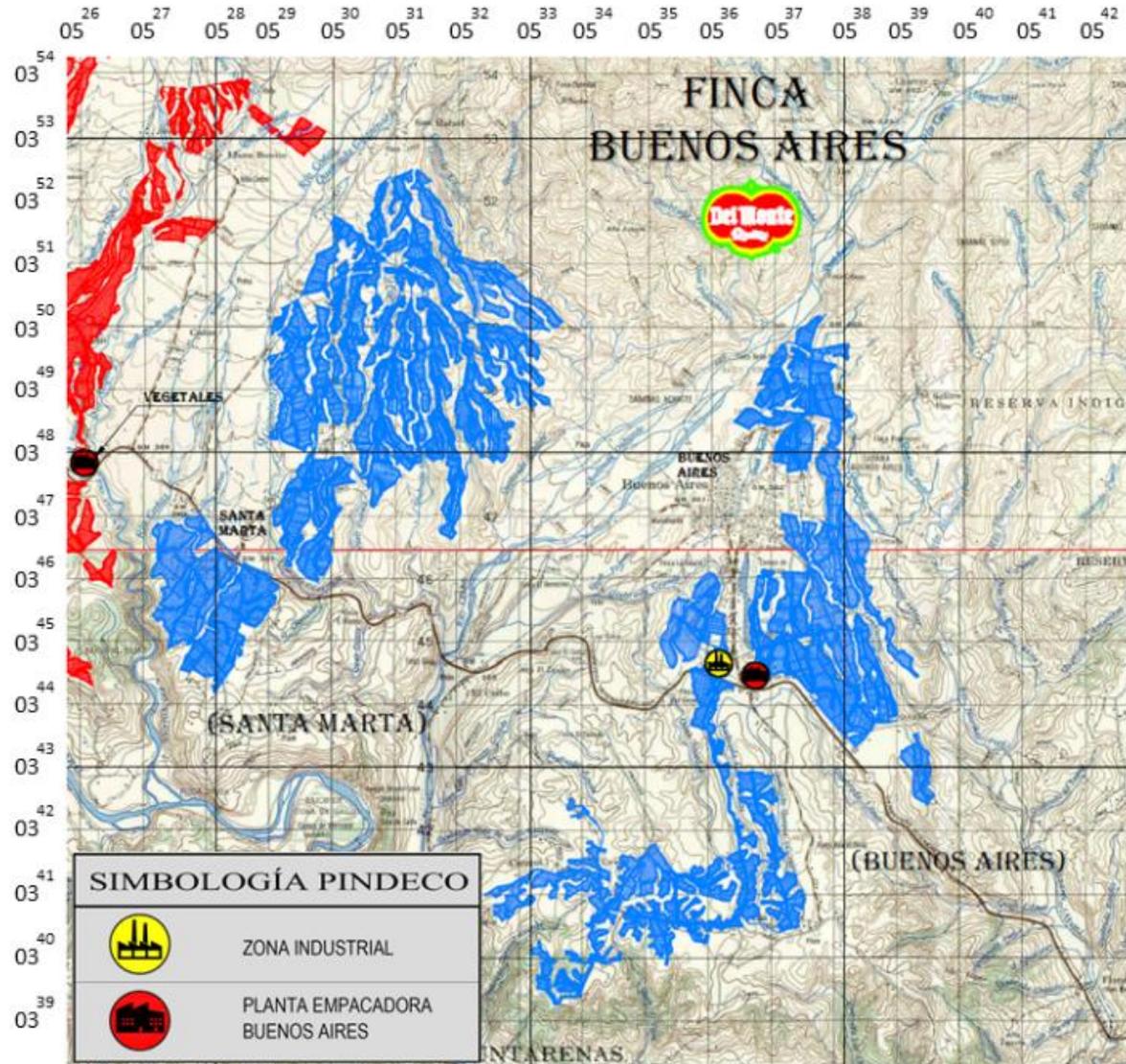


Figura 51. Ubicación geográfica y alcance de la finca Buenos Aires.
Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018).

Finca Los Ángeles

CUADRO 16. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LA FINCA LOS ÁNGELES NORTE				
UBICADA ENTRE COORDENADAS	X (NORTE)	Y (SUR)	X (NORTE)	Y (SUR)
CRTM05	596000	1002000	605000	994000
LAMBERT SUR	560000	327000	568000	336000

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

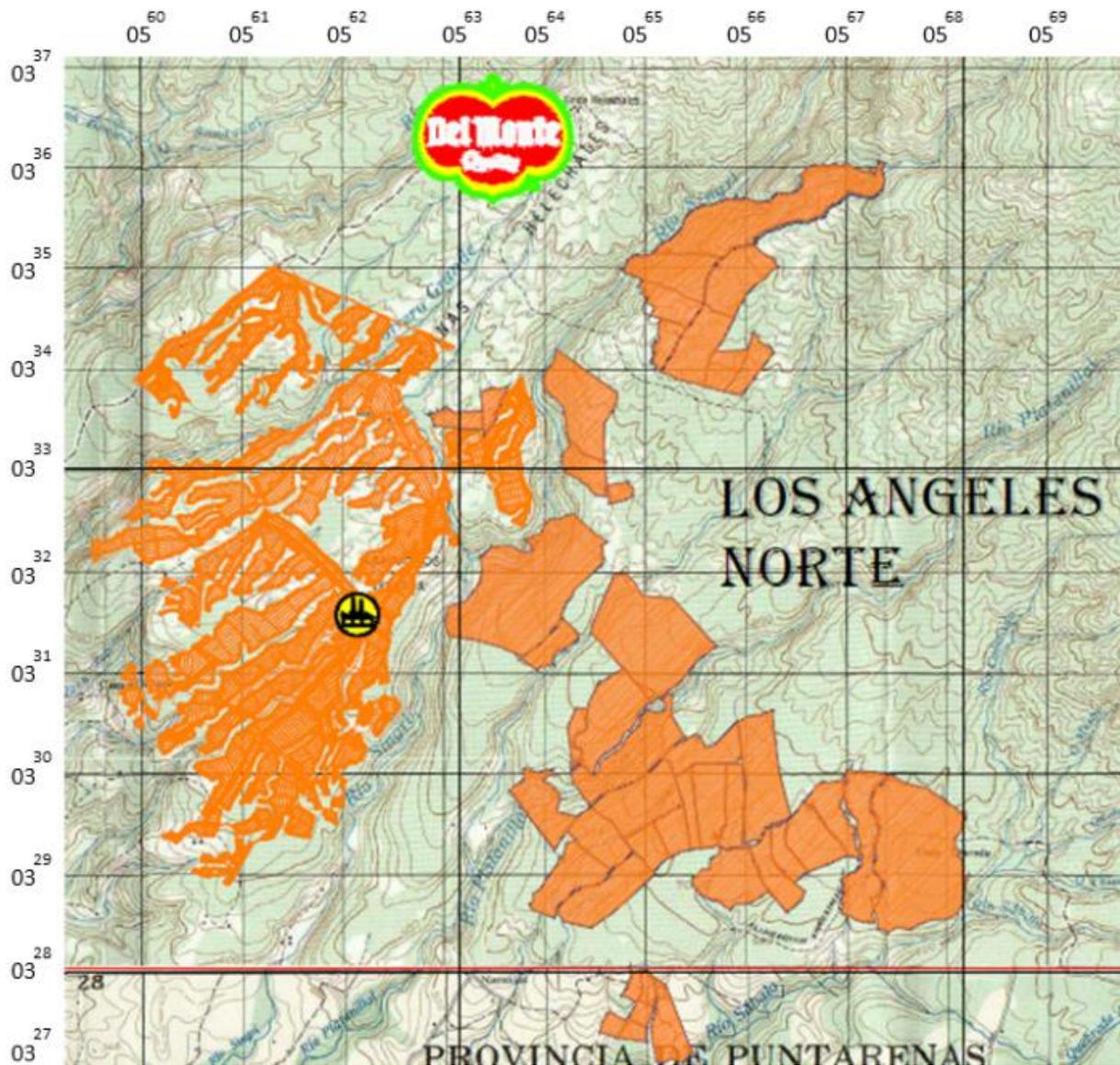


Figura 52. Ubicación geográfica y alcance de la finca Los Ángeles Norte.

Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018).

Finca Volcán

CUADRO 17. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LA FINCA VOLCÁN				
UBICADA ENTRE COORDENADAS	X (NORTE)	Y (SUR)	X (NORTE)	Y (SUR)
CRTM05	556500	1025000	567000	1011500
LAMBERT SUR	519000	358000	529000	343000

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

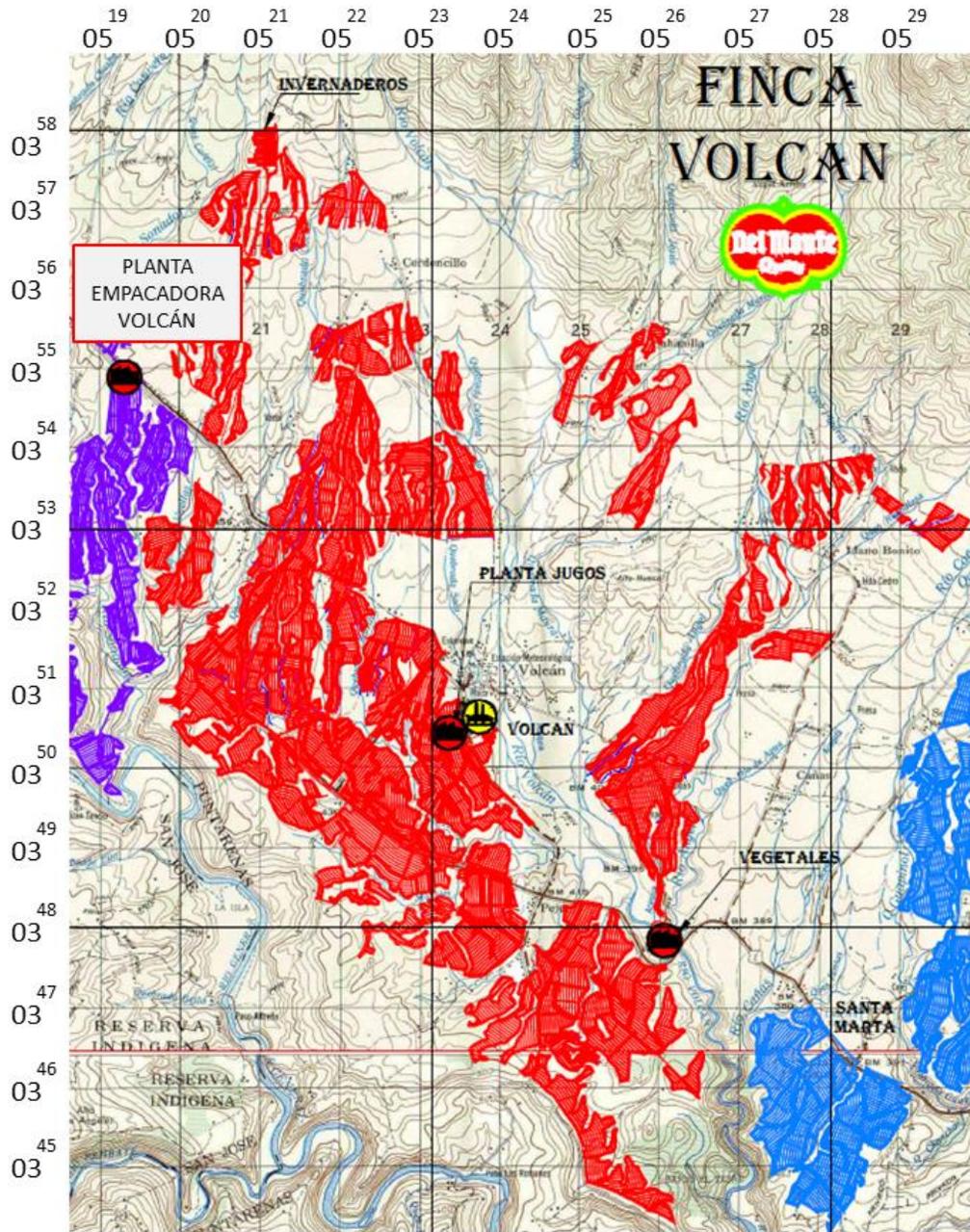


Figura 53. Ubicación geográfica y alcance de la finca Volcán.
Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018).

Finca Santa Fe

CUADRO 18. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LA FINCA SANTA FE				
UBICADA ENTRE COORDENADAS	X (NORTE)	Y (SUR)	X (NORTE)	Y (SUR)
CRTM05	540300	1031170	558030	1016370
LAMBERT SUR	504000	350000	520000	364000

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

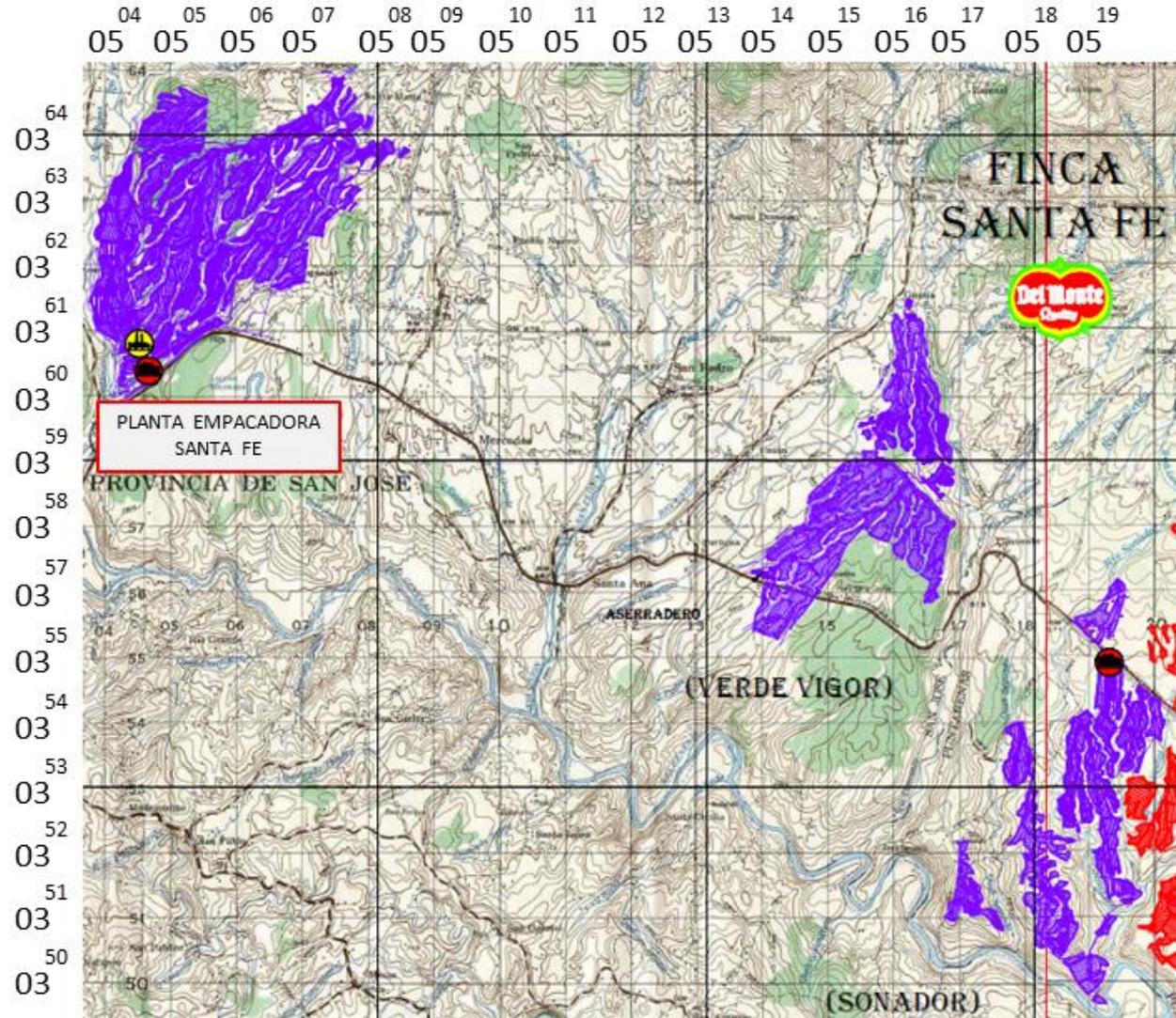


Figura 54. Ubicación geográfica y alcance de la finca Santa Fe.
Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018).

Resultados

En el primer resultado del trabajo realizado se logra determinar que existen factores que afectan los rendimientos de las maquinarias de la compañía PINDECO. S.A., que se enfocan principalmente en las actividades de mantenimiento de caminos y movimiento de tierras.

Factores que afectan el rendimiento de la maquinaria en estudio

Para el siguiente análisis se consultó en el campo a los operadores de las niveladoras y excavadoras sobre factores que repercuten en el rendimiento de las maquinarias. El departamento de Civil cuenta en el momento de la práctica con nueve operarios de los cuales dos son contratados directamente por la empresa, mientras que los restantes operarios son contratados por empresas privadas a las que PINDECO. S.A. le subcontrata los servicios de maquinaria.

Niveladoras:

Peón privado 1: Leo Montenegro.

Peón privado 2: Javier Sánchez.

Peón privado 3: Roy Vargas Villalobos.

Peón empresa 1: Anselmo Pinto Quesada.

Peón empresa 2: Joel Lázaro.

Excavadoras:

Peón privado 1: Juan Mora.

Peón privado 2: Alexander Sosa Navarro.

Peón privado 3: Luis Diego Beita Villegas.

Peón privado 4: Mauricio Rojas Castrillo.

A los operarios se les consultó acerca del efecto que tiene en ellos los factores del cuadro 13. las respuestas suministradas fueron semejantes y sintetizan a continuación en la descripción de cada uno de los siguientes factores:

Factores técnicos

Claridad de las especificaciones técnicas (malentendidos)

La información brindada a los operarios es entendible y clara y no muestra ambigüedad que propicie confusión.

Variaciones en el diseño durante la ejecución de la labor

Los trabajadores se adaptan a los cambios que se ocasionen.

Dimensión de la labor

Se ve afectado por las grandes áreas y volúmenes por remover. Las niveladoras mantienen dimensiones moderadas en sus actividades, las excavadoras si presenta altos volúmenes a remover. Asociado a la dimensión se encuentran las distancias por recorrer por máquinas y equipos, para carga y transporte de tierras se especifican unidades de obra en función a la distancia a vertedero. A mayor distancia, menor rendimiento de la unidad de obra.

Nivel de complejidad de la labor

En el caso de las excavadoras dependiendo de las formas de ejecutar las excavaciones, teniendo en cuenta profundidad, sección, altura, entre otras.

Según los operarios el nivel de dificultad al realizar determinadas actividades puede conllevar un nivel aproximado que varía del 50% al 80%, esto en actividades de lastreo y conformado específicamente, muchas veces por dificultad de movilizarse debido al poco espacio.

Mal diseño del sitio de estructuras temporales y permanentes

El Departamento de Ingeniería Civil se encarga de mantener en buen estado las estructuras. Las tuberías y cajas de registro descubiertas llegan a incomodar al operario debido al cuidado extra que se debe de otorgar.

Falta/retraso de inspección y supervisión por el ingeniero(a)

La Ingeniera a cargo de la zona visita regularmente los avances y trabajos finalizados para dar el visto bueno.

Errores en la ejecución de los procesos constructivos

Se dan con poca frecuencia, pero estos se corrigen de inmediato aun así generan

contratiempos a la labor tomando minutos extras que no debieron utilizarse para ese fin.

Sistemas de transferencia de la información

La información se trasfiriere personalmente del responsable del control al operario.

Ausencia de planificación de trabajos preliminares

En la época de invierno se lleva un buen control, ya que se debe ir preparando el camino para el posterior paso de los camiones de cosecha, el objetivo es prevenir el golpe de la fruta.

CUADRO 19. RESUMEN FACTORES HUMANOS EN NIVELADORAS					
Factores técnicos)	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Operador 5
Claridad de las especificaciones técnicas (malentendidos)	No	No	No	No	No
Variaciones/cambios durante la ejecución	No	No	No	No	No
Tamaño de la obra	No	No	No	No	No
Nivel de complejidad de la labor	No	No	No	No	No
Mal diseño del sitio de estructuras temporales	No	No	No	No	No
Falta/retraso de inspección y supervisión por el ingeniero(a)	No	No	No	No	No
Cumplimiento de las disposiciones legales	Si	Si	Si	Si	Si
Complejidad del método de trabajo	No	No	No	No	No
Sistemas de transferencia de la información	Si	Si	Si	Si	Si
Ausencia de planificación de trabajos preliminares	No	No	No	No	No

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 20. RESUMEN FACTORES HUMANOS EN EXCAVADORAS				
Factores técnicos)	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4
Claridad de las especificaciones técnicas (malentendidos)	No	No	No	No
Variaciones/cambios durante la ejecución	No	No	No	No
Tamaño de la obra	No	No	No	No
Nivel de complejidad de la labor	No	No	No	No
Mal diseño del sitio de estructuras temporales	No	No	No	No
Falta/retraso de inspección y supervisión por el ingeniero(a)	No	No	No	No
Cumplimiento de las disposiciones legales	Si	Si	Si	Si
Complejidad del método de trabajo	No	No	No	No
Sistemas de transferencia de la información	Si	Si	Si	Si
Ausencia de planificación de trabajos preliminares	No	No	No	No

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Factores humanos (mano de obra)

Fatiga

La fatiga laboral es un fenómeno complejo y muy común en los ambientes de trabajo especialmente en aquellos que requieren de una alta carga física y en los que son utilizadas complicadas tecnologías que presentan al hombre máximas exigencias.

Los operarios informaron que la labor realizada no les causa fatiga al realizar las labores.

Motivación del trabajo

La motivación laboral es la capacidad que tienen las empresas para mantener el estímulo positivo de sus empleados en relación con todas las actividades que realizan para llevar a cabo los objetos de esta, es decir, en relación con el trabajo.

En la compañía PINDECO S.A la motivación por el trabajo realizado se presenta

en los operarios de las excavadoras y niveladoras.

Estrés motivado por jefes

No se presenta, además se controla el estrés en los trabajadores promoviendo el establecer buenas relaciones con los compañeros, ya que, este es el factor determinante para tolerar más o menos estrés. Sentirse valorado por los compañeros, teniendo en cuenta, apoyado en los momentos difíciles, sentirse entendido ante las dificultades, es la herramienta con la que contamos los humanos más potentes para tolerar mejor lo que nos sobrepasa.

Nivel de experiencia del operador

Repercute directamente en la productividad de la actividad, así como en la integridad de los equipos.

Niveladoras:

Peón privado 1: 5 años.

Peón privado 2: 13 años.

Peón privado 3: 15 años.

Peón empresa 1: 25 años.

Peón empresa 2: 9 meses.

Excavadoras:

Peón privado 1: 30 años.

Peón privado 2: 32 años.

Peón privado 3: 29 años.

Peón privado 4: 30 años.

Puntualidad

Por medio de la consulta al coordinador de maquinaria Victorino Carvajal se verifica la puntualidad de los operarios. Si los empleados llegan tarde se les amonesta como parte de una política de la empresa. Además, la empresa posee un dispositivo que controla las entradas y salidas por medio de un sensor de huella digital.

Ausentismo

Se da pocas veces, solo en casos de fuerza mayor y con el permiso correspondiente de los entes supervisores. El día de ausentismo del operador se suspende la labor del día con la niveladora correspondiente.

Cantidad de descansos y duración

Los operarios tienen permiso a tres descansos que corresponde específicamente a el desayuno (15 minutos), almuerzo (30 minutos) y café (10 minutos).

Para un mejor rendimiento se debe de incorporar por parte de las compañías el permitir a los trabajadores realizar pausas de descanso, cuya duración debe ser de un mínimo de 15 minutos. Al menos uno por la mañana y otro por la tarde, además, del descanso a la hora del almuerzo. Conjuntamente evitar desplazamientos largos, que consuman el tiempo disponible para descansos y alimentación

Interrupciones no controladas (café, baño, etc.)

Las interrupciones por el baño de los operarios las aplican en dos ocasiones en la mañana, aunque eso puede variar debido al aire acondicionado utilizado dentro de las cabinas de control de la niveladora.

Una interrupción que afecta mayoritariamente es el paso por el área de trabajo de vehículos pesados (buses), vehículos livianos, maquinaria pesada y camiones de transporte de piña, a los cuales se les tiene que

ceder el paso, parando las labores de la niveladora y sumando tiempo extra, no productivo, al tener que orillarse o ubicarse en una de las entradas conexas para habilitar el paso.

Relaciones laborales problemáticas

No se presentan entre operarios, chequeador, coordinador e ingeniero. Se da una buena relación de trabajo y convivencia entre ellos.

Problemas personales

Algunos de los operarios presentan problemas económicos y personales como lo es el caso de muertes de familiares cercanos.

Problemas de salud

La salud de los trabajadores está determinada por:

1. Las condiciones de trabajo: factores de riesgo y peligros derivados de la naturaleza y los procesos del trabajo.
2. Los determinantes sociales: empleo, contrato, salario, protección social, educación, vivienda, etc.
3. Los factores de riesgo del comportamiento: relacionados con los hábitos individuales.
4. El acceso a los servicios de salud y de salud ocupacional para los trabajadores.

La ergonomía en las excavadoras de orugas es variable dependiendo del terreno o espacio de trabajo, ejemplo de ello son las labores realizadas en afluentes en las que las rocas intervienen por medio de impactos directos a la cabina lo que maltrata al operador, la deficiencia que presentan la maquinaria orugas en comparación a las que poseen llantas es la suspensión.

En cambio, la niveladora tiene una suspensión basada en el tándem trasero, lo que reduce los golpes.

Los problemas de salud corresponden a:

Niveladoras:

Peón privado 1: nervio ciático.

Peón privado 2: hipotiroideo.

Peón privado 3: obesidad.

Peón empresa 1: no presenta.

Peón empresa 2: no presenta.

Excavadoras:

Peón privado 1: dolor de espalda.

Peón privado 2: dolor de espalda.

Peón privado 3: no presenta.

Peón privado 4: no presenta.

Realización de procesos en forma muy lenta

El tiempo (ciclo, producción hora), costo y la eficiencia en condiciones óptimas de la máquina que dependen directamente del operador.

Se mantiene un ritmo constante adecuado no variable entre operadores.

Uso del celular

El uso del celular se ha convertido en una prioridad para la mayoría de los colaboradores, pues, más allá de ser una herramienta personal, es un equipo clave a la hora de trabajar y mantenerse en contacto con los mismos trabajadores.

Sin embargo, si no se hace un adecuado manejo de este, es claro que la productividad del trabajador puede afectarse de forma negativa.

Según la norma de la empresa es prohibido su uso en tiempo laboral. Además, se

les llama la atención a los trabajadores si lo mantienen en uso.

Conversaciones entre empleados

Se dan en pocas ocasiones limitadas a instrucciones por parte del coordinador o chequeador en el caso de la niveladora.

Pierden mucho tiempo en esperas

Se presenta en pocas ocasiones al esperar a las vagonetas que traen el material.

Edad de los trabajadores

Niveladoras:

Peón privado 1: 29 años.

Peón privado 2: 30 años.

Peón privado 3: 33 años.

Peón empresa 1: 52 años.

Peón empresa 2: 26 años.

Excavadoras:

Peón privado 1: 44 años.

Peón privado 2: 36 años.

Peón privado 3: 14 años.

Peón privado 4: 48 años.

CUADRO 21. RESUMEN FACTORES HUMANOS EN NIVELADORA					
Factores humanos (mano de obra)	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Operador 5
Fatiga	No	No	No	No	No
Motivación del trabajo	Si	Si	Si	Si	Si
Estrés motivado por jefes	No	No	No	No	No
Habilidad de la mano de obra	Si	Si	Si	Si	Si
Nivel de experiencia de la mano de obra	25 años	9 meses	5 años	13 años	15 años
Puntualidad	Si	Si	Si	Si	Si
Ausentismo	No	No	No	No	No
Cantidad de descansos y duración	3 descansos: Desayuno (15 min), almuerzo (30 min), café (10 min)				
Interrupciones no controladas (café, baño, etc.)	No	Si	No	Si	No

Relaciones laborales problemáticas	No	No	No	No	No
Problemas personales	No	No	No	No	No
Confianza en el trabajo que se desarrolla	Si	Si	Si	Si	Si
Falta de reconocimiento por el trabajo desarrollado	No	No	No	No	No
Problemas de salud	No	No	Si (Nervio Ciático)	Si (Hipotiroideo)	Sobrepeso
Ociosidad	No	No	No	No	No
Realización de procesos en forma muy lenta	No	No	No	No	No
Uso del celular	No	Si (Se llamo la atención)	No	No	Si
Conversaciones entre empleados	Las necesarias para recibir indicaciones del chequeador y coordinador				
Pierden mucho tiempo en esperas	No	No	No	No	No
Edad de los trabajadores	52 años	26 años	29 años	30 años	33 años

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 22. RESUMEN FACTORES HUMANOS EN EXCAVADORA				
Factores humanos (mano de obra)	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4
Fatiga	No	Si	No	No
Motivación del trabajo	Si	Si	Si	Si
Estrés motivado por jefes	No	No	No	No
Habilidad de la mano de obra	Si	Si	Si	Si
Nivel de experiencia de la mano de obra	30 años	17 años	14 años	
Puntualidad	Si	Si	Si	Si
Ausentismo	No	No	No	
Cantidad de descansos y duración	3 descansos: Desayuno (15 min), almuerzo (30 min), café (10 min)			
Interrupciones no controladas (café, baño, etc.)	No	No	No	No
Relaciones laborales problemáticas	No	No	No	No
Problemas personales	No	Si	No	No
Confianza en el trabajo que se desarrolla	Si	Si	Si	Si
Falta de reconocimiento por el trabajo desarrollado	No	No	No	No
Problemas de salud	No	Si	No	No
Ociosidad	No	No	No	No

Realización de procesos en forma muy lenta	No	No	No	No
Uso del celular	No	No	No	No
Conversaciones entre empleados	Las necesarias para recibir indicaciones del chequeador y coordinador			
Pierden mucho tiempo en esperas	No	No	No	No
Edad de los trabajadores	44 años	36 años	29 años	48 años

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Factores administrativos: Tipo A (Gestión o Motivación)

Falta de liderazgo de los encargados de la actividad

Existe liderazgo por parte de los supervisores de la maquinaria.

Falta de supervisión y control del trabajo

Las maquinarias privadas tienen un chequeador de la empresa que lleva el control del horómetro, brinda las indicaciones y colabora con la medición de rendimientos

Trabajar siete días a la semana sin descanso o exceso de horas extra

No se presenta, ya que la empresa no autoriza horas extras en sus labores, si la situación no lo amerita. Durante las labores existen lapsos de descansos en los que se realizan cambios en las labores y sitios de trabajo.

Deslealtad laboral

No se ha presentado en los trabajadores implicados en las actividades.

Alta rotación de personal

No existe rotación del personal de la niveladora, con excepción de la época de verano, donde el terreno permite variados trabajos y es necesario la incorporación de un compañero.

Retrasos en los pagos de los operarios.

Por parte de la empresa no ha habido retrasos en los pagos debido a que se lleva un control de cierre, en los que los coordinadores realizan el reporte de las horas y son revisados por el oficinista encargado.

Falta de sistema de incentivos

PINDECO. S.A. presenta un horario ya establecido de 8 horas. Y no ofrece sistemas de incentivos. La empresa privada tampoco otorga sistema de incentivos.

Salarios bajos

Los trabajadores se encuentran conformes con el salario.

CUADRO 23. RESUMEN FACTORES ADMINISTRATIVOS: TIPO A PARA NIVELADORAS.					
Factores administrativos: Tipo A (Gestión o Motivación)	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Operador 5
Falta de liderazgo de los coordinadores de maquinaria	No	No	No	No	No
Falta de supervisión y control del trabajo	No	No	No	No	No
Falta de especialización del personal	No	No	No	No	No
Trabajar siete días a la semana sin descanso o exceso de horas extra.	No	No	No	No	No
Accidentes, resultado de un programa de seguridad y salud inadecuado.	No	No	No	No	No
Deslealtad laboral	No	No	No	No	No
Alta rotación de personal.	No	No	No	No	No
Retraso en el pago de los trabajadores	No	No	No	No	No
Retraso en el pago a los proveedores	No	No	No	No	No
Falta de sistema de incentivos	Si	Si	Si	Si	Si
Salarios bajos	No	No	No	No	No

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 24. RESUMEN FACTORES ADMINISTRATIVOS: TIPO A PARA EXCAVADORAS				
Factores administrativos: Tipo A (Gestión o Motivación)	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4
Falta de liderazgo de los coordinadores de maquinaria	No	No	No	No
Falta de supervisión y control del trabajo	Si	Si	Si	Si
Falta de especialización del personal	No	No	No	No
Trabajar siete días a la semana sin descanso o exceso de horas extra.	No	No	No	No
Accidentes, resultado de un programa de seguridad y salud inadecuado.	No	No	No	No

Deslealtad laboral	No	No	No	No
Alta rotación de personal.	No	No	No	No
Retraso en el pago de los trabajadores	No	No	No	No
Retraso en el pago a los proveedores	No	No	No	No
Falta de sistema de incentivos	Si	Si	Si	Si
Salarios bajos	No	No	No	No

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Factores administrativos: Tipo B (Material y Equipo)

Cantidad de subcontratistas trabajando simultáneamente

Suele ocurrir ya que la empresa PINDECO. S.A contrata distintas maquinarias pesadas que trabajan en concordancia para un fin.

Escasez de materiales o equipos

Se mantiene un control de contratación que garantiza la disponibilidad de las máquinas para las actividades. El departamento de ingeniería civil solo presenta en el inventario un horómetro de medición de distancias, lo que dificulta a los chequeadores de las máquinas mediciones más exactas, de largas distancias de trabajo.



Figura 55. Medición de distancias de trabajo con odómetro.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Calidad de los materiales

Al licitar un contrato de material, este debe de cumplir con ciertos parámetros determinados en el contrato lo que garantiza la calidad de los materiales.

Calidad maquinaria

La maquinaria propia corresponde a maquinaria comprada con estándares de calidad. La maquinaria privada debe de cumplir con ciertos parámetros determinados en el contrato lo que garantiza la calidad.

Falta de mantenimiento del equipo de trabajo

La empresa por medio de un sistema de mantenimiento verifica el estado de las maquinarias. La empresa privada debe cumplir con las peticiones de parte de la empresa con respecto al mantenimiento.

Compra de repuestos incorrectos

No se presenta en la empresa se maneja un estricto control.

Fallas en equipos

La mayoría de las fallas se deben a la explotación de llantas, batería y rompimiento de mangueras debido a su vejez. Un problema que podría darse sería la pérdida de algunos de los stingers en la cuchilla de la niveladora, también, de algunos dientes de la pala de la excavadora, lo que involucraría de tiempo para su reemplazo. Un cascajo de piedra puede llegar a desprender un diente. Lo que procede ante ese

caso sería cambiarlo, lo que no requiere de mucho tiempo debido a que el diente porque llevan una base y esa pieza va incrustada con un seguro especial, quedando fijos y cuando están muy desgastados se realiza una soldadura.

El diente del cucharón de la excavadora se puede aflojar por el desgaste que le proporciona la piedra, igual ellos tienen un tiempo de vida y estos se llegan a cambiar dependiendo de la labor, sufren poco desgaste con la tierra, pero el caso de la arena está funciona como una lija no desgastando precisamente los dientes sino la pala.

Para evitar quiebres de piezas y que mantenga la lubricación adecuada, los operadores de la maquinaria privada engrasan todos los días el balde durante la época de almuerzo, lo que son las articulaciones se engrasan día por medio, y la parte mecánica está revisada por alguien calificado por parte de los subcontratistas. En el caso de la oruga podría ocurrir la quebradura de un caite, se le puede desprender el máster pin lo que cose la cadena lo que paralizaría las actividades

La utilización de alta tecnología en las mangueras permite trabajar a presiones muy altas, aumenta la potencia hidráulica y reduce el tiempo de inactividad de la máquina por rotura de las mangueras. La inteligente alineación y fijación de las mangueras reduce al mínimo el riesgo de que puedan sufrir daño.

Durante la toma de datos en una de las ocasiones se le presenta a la excavadora una piedra de gran tamaño, esta intenta moverla, pero la forma en que realiza el movimiento que no fue el adecuado, lo que ocasiona que la roca cayera sobre el balde, ocasionando dobladuras en el brazo y el balde por lo que la empresa privada se vio obligada a cambiar varias piezas de gran tamaño y valor, lo que también ocasiona un despido al operario a cargo.



Figura 56. Rompimiento e manguera en excavadora.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 57. Quebradura de pistón en niveladora.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 58. Accidente de piedra sobre balde de la excavadora.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 59. Quebradura de caite en la oruga de la excavadora.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 60. Desgaste de diente del cucharón de la excavadora.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Factores administrativos: Tipo C (Seguridad e Higiene Ocupacional)

Ignorar precauciones de seguridad

Los operarios de las maquinarias se muestran indiferentes ante el uso de los equipos debido a que laboran dentro de la cabina.

Falta de supervisores de seguridad en el sitio

Los supervisores de seguridad realizan visitas periódicas a las distintas áreas. Comunican a los encargados las fechas para las visitas.

Accidentes

No se han presentado accidentes en el uso de las maquinarias de la empresa, en la maquinaria privada un operario sufrió una caída desde el motor de la excavadora al suelo, pero no sufrió lesiones. Cuando de seguridad se trata no hay mejor manera de lograrla que evitando que los accidentes ocurran, para esto se deben realizar análisis de riesgo y a partir de estos acatar medidas que ayuden a reducir la posibilidad de un accidente.

Riesgos debido a la naturaleza del trabajo

1. Choque contra vehículos.
2. Quemaduras en los trabajos de mantenimiento.
3. Atrapamientos.
4. Caída de personas desde la máquina.
5. Golpes.
6. Atropello.
7. Atrapamiento.
8. Los derivados de operaciones de mantenimiento: las quemaduras, los atrapamientos, etc.).
9. Vuelco de la máquina: las pendientes en las proximidades a zanja en época de lluvias y la formación de barro pueden ocasionar vuelcos.
10. Vibraciones.

11. Ruido.
12. Polvo ambiental.
13. Caídas al subir o bajar de la máquina.
14. Ruido propio y de conjunto.
15. Trabajos de ambiente polvoriento o de estrés térmico.
16. Vibraciones.

Seguridad en las máquinas

La maquinaria de movimiento de tierras debe contar con sistemas de seguridad, los cuales se deben de inspeccionar periódicamente para asegurar su buen funcionamiento.

Entre los sistemas que se pueden mencionar están:

1. Cabinas antivuelco. Estas cabinas contienen un sistema de refuerzo dentro de su estructura interna, el cual evita que, en caso de vuelco, la cabina no aplaste al conductor.
2. Cinturones de seguridad. Su principal ventaja es que impide la expulsión de los conductores del vehículo en un choque.
3. Espejos retrovisores y limpia parabrisas.
4. Señal acústica de retroceso.
5. Frenos de emergencia y calzas para estacionamiento en pendientes.
6. Focos en buen estado para trabajos nocturnos.
7. Señal acústica normal, bocina de alerta.
8. Señales intermitentes colocadas en la cabina para avisar cuando se acerca a un operario.

Escasez de equipo de protección personal

A los operarios por parte de la compañía se les entrega al ser contratados el equipo de seguridad correspondiente. La empresa privada debe cumplir ciertos parámetros como lo es suministrar al operario del equipo alquilado todos los requerimientos en cuanto a equipos de seguridad.

Falta de recursos de seguridad en el sitio (señalamiento)

Las máquinas, cuanto más grandes son, mayores ángulos muertos de visibilidad tienen,

como resultado mayor probabilidad de accidente a personas y objetos próximos.

Los trabajos son realizados en distintas fincas de cultivo, que albergan gran cantidad de caminos lo que dificulta un señalamiento preventivo.

Mala condición de los equipos de seguridad laboral

La condición de los equipos es óptima, ya que la empresa se encarga de rotar y revisar el equipo de seguridad utilizado. Además, que cuenta con un stock en las bodegas en las que en caso de que algún trabajador las necesite se procede a requisarle.

Programas de seguridad en el sitio

Tipos de riesgos que incluye la ficha evaluación de riesgos

Se requiere que el operador de las maquinarias conozca los riesgos y lo que conllevan estos. Por lo que se subdividieron en:

1. Mecánicos.
2. Químicos.
3. Físicos.
4. Ergonómicos.

Los acompaña una matriz de riesgos en la que se detalla la probabilidad de ocurrir, la consecuencia, la estimación del riesgo y el equipo de protección a utilizar.

Ficha de seguridad

Cada ficha de seguridad de chequeo cuenta de las siguientes partes:

- Tipo de evaluación: inicial o periódica.
- Fecha de evaluación.
- Número de trabajadores.
- Descripción del puesto.
- Riesgos: fuente generadora, consecuencias, medidas preventivas y correctivas.

La importancia de realizar las fichas radica en que son altamente útiles para prevenir posibles accidentes laborales.

En las tablas adjuntadas en los anexos N°, se observa el diseño de las fichas de evaluación de riesgos del operador en

niveladoras y excavadora. El detalle de la simbología utilizada es el siguiente:

- Probabilidad: B: Baja, M: Media, A: Alta.
- Consecuencias: LD: Ligeramente Dañino, D Dañino, ED: Extremadamente Dañino.
- Estimación del Riesgo: T: Trivial, TO: Tolerable, M: Moderado, IM: Importante, IN: Intolerable.

Falta de capacitación en seguridad y salud ocupacional

El departamento de ingeniería civil por periodos se encarga de seguir las instrucciones por parte del departamento de ingeniería en Salud y Seguridad Ocupacional referidas a charlas y capacitación de personal sobre el tema de riesgos, cuidados y prevenciones.

CUADRO 25. RESUMEN FACTORES ADMINISTRATIVOS: SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL PARA NIVELADORAS					
Factores administrativos: Tipo C (Seguridad e Higiene Ocupacional)	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Operador 5
Ignorar precauciones de seguridad	Si	Si	Si	Si	Si
Falta de supervisores de seguridad en el sitio	Si	Si	Si	Si	Si
Accidentes	No	No	No	No	No
Riesgos debido a la naturaleza del trabajo	Si	Si	Si	Si	Si
Escasez de equipo de protección personal	No	No	No	No	No
Falta de recursos de seguridad en el sitio (señalamiento)	Si	Si	Si	Si	Si
Mala condición de los equipos de seguridad laboral	No	No	No	No	No
Ausencia de programas de seguridad en el sitio	No	No	No	No	No
Falta de capacitación en seguridad y salud ocupacional	No	No	No	No	No

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 26. RESUMEN FACTORES ADMINISTRATIVOS: SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL PARA EXCAVADORAS				
Factores administrativos: Tipo C (Seguridad e Higiene Ocupacional)	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4
Ignorar precauciones de seguridad	Si	Si	Si	Si
Falta de supervisores de seguridad en el sitio	Si	Si	Si	Si

Accidentes	No	No	No	No
Riesgos debido a la naturaleza del trabajo	Si	Si	Si	Si
Escasez de equipo de protección personal	No	No	No	No
Falta de recursos de seguridad en el sitio (señalamiento)	Si	Si	Si	Si
Mala condición de los equipos de seguridad laboral	No	No	No	No
Ausencia de programas de seguridad en el sitio	No	No	No	No
Falta de capacitación en seguridad y salud ocupacional	No	No	No	No

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Factores Externos y Ambientales

Clima

Factor importante, debido a que paraliza las actividades de excavación y acarreo, también, afecta el estado de los caminos, se crea barro y la humedad reduce la tracción de las máquinas.

Siempre es un factor que se debe tener parados en cualquier momento, y, ante cualquier evento. Las actividades de excavación durante la época lluviosa se ven afectadas diariamente, esto porque de las ocho horas laborables generalmente la mitad de estas son aprovechables. En el resto de las horas se ven paralizadas las actividades por lluvia.

Probablemente el factor clima es el que más fuerte ha impactado en el desarrollo de las actividades.

El control del clima completamente automático de las máquinas ajusta la temperatura, el flujo de aire y determina qué salida de aire es la mejor en cada situación. La lluvia afecta el rendimiento de las máquinas, ya que afecta la visibilidad, además, de que aumenta el nivel freático aumentando la humedad del terreno e impidiendo un adecuado arrastre de material por parte de la pala. Resultan complicados los trabajos bajo esa condición, por lo que se suspenden las labores de movimientos de tierra momentáneamente hasta ocurrir nuevamente un cambio de clima que favorezca los trabajos.



Figura 61. Trabajos con afectación de la lluvia.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Ruido

Las maquinarias que operan en la empresa poseen cabinas silenciosas. En la cabina el montaje elástico del motor y de la transmisión reduce los niveles de ruido y las vibraciones dentro de la cabina. Los niveles de ruido en el interior de la cabina no sobrepasan los 72 dB(A), medidos según especifica la Norma ISO 6394, mejoran las condiciones de trabajo del operador.

La máquina es silenciosa debido a que los niveles de ruido exterior, inferiores a 107 dB(A), permiten a la motoniveladora 140H cumplir el límite de 109 dB(A) que exige la Directiva 2000/14/EC de la Unión Europea. Este funcionamiento tan silencioso de la máquina permite a la 140H trabajar causando las mínimas molestias a su entorno.

Realizar trabajos en la noche

En el caso del departamento de Ingeniería Civil se restringe el trabajo al turno del día.

Topografía del sitio y condiciones del suelo

Características del terreno, tales como: cohesión, densidad, compacidad; son factores que influyen en el rendimiento de la maquinaria.

El tipo de terreno condiciona el rendimiento de los equipos empleados, ya que determina variaciones en los costos que dependen de la dureza o grado de compactación. A mayor dureza y compactación menor será el rendimiento de la excavación.

Factores intrínsecos del terreno, tales como: asentamientos, niveles freáticos, zonas plásticas, que pueden incrementar la medición.

Siempre antes de iniciar específicamente con las excavaciones será necesario un estudio geotécnico que nos dé información acerca del tipo de terreno con que vamos a trabajar, sus propiedades y comportamiento, para así realizar una serie de cálculos con los cuales hacerle frente a la actividad, además de contemplar y controlar los tipos de riesgos que se presenten.

El técnico al frente de los trabajos deberá estar en capacidad de observar el terreno y a partir de esto tomar decisiones de forma intuitiva respecto al comportamiento de este, como, por ejemplo, si el terreno cede o no, desplomarse o derrumbarse. Si se trata de terreno rocoso, la seguridad en la estabilidad aumenta, y, por el contrario, si es terreno en que la mayor parte de su composición es tierra, aumenta la inseguridad y la atención se agudiza.

Los operarios se maltratan físicamente, al subir terrenos con pendientes lo que les provoca dolores en las piernas y pies.



Figura 62. Imprevisto del terreno, aparición de piedra.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Accesos (pendiente, estado de los caminos)

Es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta porque estos pueden tener un gran impacto en el costo de las actividades de los equipos. La importancia del mantenimiento adecuado de los caminos internos de la obra, así como velar porque las pendientes no sean mayores al 15%. Se proporciona porque estos pueden repercutir de diferentes maneras.

1. Potencia de los equipos: el camino en mal estado significa el desarrollo de más potencia por aparte de las máquinas, y esto se traduce en un mayor consumo de combustible.
2. Tiempo de transporte: un mal estado de los caminos hace que los equipos se muevan a menor velocidad, lo que disminuye la productividad, y aumenta costos.
3. Altitud: Reduce la potencia de las máquinas.



Figura 63. Pendiente de terreno.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Temperatura alta/baja

Las funciones del organismo se llevan a cabo dentro de un rango de temperatura determinado, y cuando éste es excedido a causa del calor (más de 34 °C), el cerebro comienza a destinar mayores recursos a regular la temperatura afectando aspectos como la atención, la concentración y la memoria.

Esta situación puede exponer a los trabajadores de accidentes laborales, además, de afectar el desempeño laboral, debido a que las personas comienzan a realizar sus labores en condiciones desfavorables.

En PINDECO. S.A. tanto la maquinaria propia como la contratada se encuentran equipadas con aire acondicionado (opcional) en el que se crea un ambiente de trabajo muy cómodo para el operador. Se trata de un sistema de gran capacidad que deshumedece el aire y presuriza la cabina, hace circular el aire limpio e impide la entrada de polvo. El aire se reparte uniformemente por toda la cabina, a través de múltiples salidas, al evitar que los cristales se empañen.

La ventana superior de la puerta de la cabina se desliza para abrir, lo cual proporciona ventilación adicional y permite comunicación con el personal que esté en la zona.

Fuertes vientos

La velocidad del aire debe estar comprendida entre 0,25 m/s y 0,5 m/s dependiendo de que

los trabajos que se realicen en ambientes no calurosos o calurosos.

En el cantón de Buenos Aires, por temporadas, afectan fuertes vientos, que producen polvo y que desencadenan problemas en los trabajadores: irritación de la vista, ressecamiento de labios y dificultad para respirar. Las maquinarias en estudio poseen filtros de aire exterior situados encima de cada una de las puertas de la cabina.

Nivel freático alto

Afecta en gran medida debido a que la consistencia del material del terreno dificulta las actividades, si esta se encuentra con alta humedad atrasaría las actividades por realizar. El control de los niveles de agua en el subsuelo es una parte de suma importancia para realizar los trabajos de manera adecuada. En este sentido, se debe drenar o abatir el agua del sitio de excavación con el fin de obtener condiciones relativamente secas por lo que se debe optar por el bombeo.

La ausencia del agua, sin llegar a un estado totalmente seco, proporciona ventajas para la elaboración de las actividades en el sitio de excavación. Se mencionan algunas a continuación:

1. Se obtiene mayor estabilidad en el fondo y en los taludes de la excavación.
2. Se reducen las cargas hidrostáticas en los taludes.
3. Permite que el material que se está excavando sea más liviano y fácil de manipular.
4. Se evita un fondo movedizo y lleno de lodo.
5. Se ve favorecido el transitar de los equipos en el sitio.

Cuando el material se encuentra en estado húmedo presenta mayor adherencia entre partículas, lo que hace aumentar la capacidad; sin embargo, si la humedad es excesiva la capacidad de la máquina se ve disminuida.



Figura 64. Trabajos con alto nivel freático.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Distancia entre las obras de construcción y vivienda de los trabajadores

Mediante consultas a los trabajadores, en algunos casos no afecta los operarios, esto porque requieren de poco tiempo para volver a sus casas. Así como unos que necesitan madrugar para trasladarse al lugar de trabajo., algunos operadores no son de la zona sur por lo que afecta la distancia para agarrar las salidas, lo que les desmotiva, por la lejanía con la familia y el largo tiempo sin ir a sus casas. Las personas que viven lejos alquilan en las cercanías al trabajo.

Limitaciones en la utilización de espacios por ejemplo el proyecto se desarrolla en una zona residencial

Tendidos aéreos o subterráneos que conllevan las edificaciones vecinas, tráfico, que pueden hacer que se paralice las actividades.

Marcación topográfica

Antes del inicio del proceso de excavación y movimiento de tierras, en campo debe existir la adecuada demarcación del terreno por parte del equipo de topografía, en donde se indique claramente las dimensiones y niveles de las excavaciones por realizar. El capataz responsable del frente de trabajo debe tener perfecto conocimiento de la demarcación, así como también debe estar en capacidad para interpretar dicha demarcación y así estar consciente del trabajo que va a iniciar.

La intervención topográfica también se debe establecer después de la excavación para cerciorarse que los niveles y dimensiones realizados sean los correctos.



Figura 65. Marcación topográfica.
Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

CUADRO 27. FACTORES EXTERNOS Y AMBIENTALES PARA NIVELADORAS					
Factores humanos (mano de obra)	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Operador 5
Ruido	No	No	No	No	No
Realizar trabajos en la noche	No	No	No	No	No
Subir gradas	No	No	No	No	No
Topografía del sitio	No	No	Si	Si	Si
Temperatura alta/baja	No (Utilizan aire acondicionado en la cabina)				
Alta humedad	No (Utilizan aire acondicionado en la cabina)				
Fuertes vientos	No	Si (polvo)	No	Si (Vista, respiración)	Si (Vista)

Nivel freático alto	No	No	Si	Si	Si
Distancia entre las obras de construcción y vivienda de los trabajadores	No	No	No	Si (Madrugar)	No
Quejas de vecinos	No	Si	Si	Si	No
Cortes de servicios básicos (electricidad y agua)	No	No	No	No	No
Limitaciones en la utilización de espacios por ejemplo el proyecto se desarrolla en una zona residencial.	No	No	No	No	No

Fuente. Elaborado por la autora, (2018)

CUADRO 28. FACTORES EXTERNOS Y AMBIENTALES PARA EXCAVADORA				
	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4
Ruido	No	No	No	No
Realizar trabajos en la noche	No	No	No	No
Subir gradas	No	No	No	No
Topografía del sitio	Si	Si	Si	Si
Temperatura alta/baja	No (Utilizan aire acondicionado en la cabina)			
Alta humedad	No (Utilizan aire acondicionado en la cabina)			
Fuertes vientos	No	No	No	No
Nivel freático alto	Si	Si	Si	Si
Distancia entre las obras de construcción y vivienda de los trabajadores	No	Si	No	No
Quejas de vecinos	No	No	No	No
Cortes de servicios básicos (electricidad y agua)	No	No	No	No
Limitaciones en la utilización de espacios por ejemplo el proyecto se desarrolla en una zona residencial.	No	No	No	No

Fuente. Elaborado por la autora, (2018)

CUADRO 29. RESUMEN DE FACTORES PRINCIPALES QUE AFECTAN RENDIMIENTOS
Factores humanos
Motivación del trabajo
Habilidad de la mano de obra
Interrupciones no controladas (café, baño, etc.)
Uso del celular
Factores administrativos: tipo A (Gestión o Motivación)
Falta de supervisión y control del trabajo
Factores administrativos: Tipo B (Material y Equipo)
Escasez de materiales o equipos

Fallas en equipos
Falta de mantenimiento del equipo de trabajo
Factores administrativos: tipo C (Seguridad e Higiene Ocupacional)
Ignorar precauciones de seguridad
Falta de supervisores de seguridad en el sitio
Riesgos debido a la naturaleza del trabajo
Falta de recursos de seguridad en el sitio (señalamiento)
Factores externos y ambientales
Clima
Topografía del sitio y condiciones del suelo
Accesos (pendiente, estado de los caminos)
Nivel freático alto

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Identificación tiempos para el reconocimiento de pérdidas

Los resultados obtenidos a nivel de compañía representan una gran oportunidad para las mejoras.

Tiempo Productivo (TP)

Este se puede identificar como las actividades que corresponden al tiempo trabajado estrictamente, mientras que la niveladora y excavadora se encuentran en las labores sin interrupciones.

Tiempo Contributivo (TC)

Se lograron identificar mayormente en las excavadoras.

En las zonas de las excavaciones existen condiciones adversas, mucha cantidad de agua y los equipos se quedan atascados. Se necesita la movilización de otros equipos para sacarlos del problema. Eso representa pérdidas de tiempo y se diferencia como un tiempo contributivo, ya que representa un apoyo para concluir la actividad a fin.



Figura 66. Movilización de tractor con ayuda de la excavadora.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Además, durante la aparición de alguna roca de gran tamaño durante la actividad de zanqueo, las excavadoras colaboran entre sí, para removerla lo que desencadena que se dejen de realizar los trabajos que se encontraban construyendo en dicho momento.

Tiempo No Contributivo (TNC)

Con el fin de obtener los valores de trabajo no contributivo, se realiza un muestreo general del trabajo. Como el tiempo que no aporta o no brinda soporte se identificaron los siguientes:

1. Inactividad por "Necesidades Fisiológicas"
 - Comiendo y bebiendo agua en zona de trabajo.
 - Traslado de botellas de bebida, agua y alimentos.

- Descansar después de haber realizado un esfuerzo físico.
- Buscar sombra por un pequeño tiempo.
- Ir al baño.
- Refrescar la cara y manos.
- Aseo personal.

2. Inactividad por "Ineficiencia de la Administración"

- Esperando por materiales internos: como accesorios de tuberías, debido a un faltante de vehículos por parte de la empresa.
- Esperando por materiales externos: Como es el caso de la piedra para realizar el lastreo de calles, en los que se pueden dar atrasos de hasta 1 hora.
- Esperando por combustibles para los equipos.
- Modificaciones/rehacer trabajo: Como lo es recavar para modificar uniones de tuberías.
- Traslado a otras áreas de trabajo.
- Esperando instrucciones.
- Restricciones tecnológicas: baja batería de celulares o nula lo que dificulta las instrucciones.

3. Inactividad por "Fuerza Mayor y Otras Causas"

- Eventualidad climática: lluvia lo que eleva el nivel freático.
- Paros.
- Huelgas: Durante el tiempo de análisis el país se vio afectado por una huelga, la cual origina bloqueos impidiendo el paso de los supervisores, materiales transportados en las vagonetas y demás.

4. Inactividad por "Tiempo Ocioso"

- Flojera.
- Estado de ánimo.
- Hora y día de la semana.

Estos tiempos pueden llegar a significar hasta un 25%, lo que implica que se esté desperdiciando un cuarto de los recursos, de mano de obra, además, de una serie de efectos negativos indirectos producidos por esta ineficiencia. Por otro lado, llegar a pensar en un 0% de TNC es algo totalmente utópico. El

cuerpo y la mente humana no pueden trabajar mucho tiempo sin detener su actividad para tomar un descanso

Las esperas son la principal causa de los tiempos no contributivos en las actividades dentro de la empresa.

A pesar de que estos tiempos son los más perjudiciales se pueden disminuir con medidas que afecten la causa.

Control sobre el trabajo no contributivo

1) Necesidades fisiológicas

Como todas estas actividades son inherentes al individuo, para disminuir los tiempos inactivos debidos a esta causa, el control lo ejerce la misma persona sobre su cuerpo y necesidades básicas. Frente a esta realidad, la compañía puede intervenir en la optimización de esta componente, al aportar elementos apropiados que facilitan aquellas acciones básicas de los operadores, como, por ejemplo:

- Instalación de baños químicos repartidos por la obra.
- Instalación de agua potable.
- Instalación de elementos auxiliares para eventualidades climáticas.
- Establecimiento de períodos fijos de tiempo para estas actividades.

2) Fuerza mayor y otras causas

Estas eventualidades que escapan, en la mayoría de los casos, al control de los supervisores.

Sin embargo, la empresa puede actuar sobre ellos con una adecuada planificación y teniendo soluciones para posibles eventualidades que tienen una mayor probabilidad de ocurrencia, en reducir al máximo sus efectos.

Algunas acciones por realizar frente a la ocurrencia de determinadas eventualidades son:

- Fuertes vientos: no realizar acciones que signifiquen levantar elementos o haber terminado aquellas actividades que el viento entorpezca
- Huelga: crear un clima de trabajo adecuado, que motive al personal. Usar incentivos.

3) Tiempo ocioso

Esta causa es la más susceptible de ser mejorada, ya que sobre ella tienen control directo los supervisores. La compañía debe actuar evitando todo tipo de elementos desmotivadores y a su vez incentivando al personal para que ellos "quieran hacer las cosas".

Además, la preparación técnica y humana de un supervisor chequeador y coordinador de maquinaria debe ser de buen nivel, con características de líder, para que de esta manera sea atractivo para los operarios trabajar bajo sus órdenes.

4) Ineficiencia de la Administración

CUADRO 30. PROPUESTAS PARA MEJORAR LAS INEFICIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN	
CATEGORIAS	ACCIONES PARA DISMINUIR Y ELIMINAR PERDIDAS
Esperando Instrucciones	Tener una buena programación a nivel de cada cuadrilla.
	Mejorar el sistema de comunicación.
Esperas por materiales externos	Establecer buen manejo de inventarios.
Traslado a otras áreas de trabajo	Mejorar programación a nivel de la cuadrilla durante la colocación de tubos.
	Análisis de los frentes de trabajo.
Esperas por equipos	Programación de equipos.
	Control de equipos.
	Mantención de equipos.
Esperas por herramientas	Poner guardarrupas individuales con llave, para que cada trabajador tenga las herramientas a cargo y no tenga que pasar a retirarlas a la bodega o taller de civil cada mañana por olvidos o solicitar préstamos sus compañeros de herramientas.
Esperas por materiales internos	Formación de un equipo de aprovisionamiento.
	Ubicar bodegas auxiliares/móviles.
Modificaciones o Rehacer trabajos	Mejorar los métodos de supervisión de la obra.
	Mejorar las comunicaciones internas, para que las modificaciones se introduzcan antes de su ejecución.

Fuente. Elaborado por la autora, (2018)

Todo lo anterior permite proponer la distribución del trabajo no contributivo, de acuerdo con el esquema que se aprecia en la Figura 83. En este trabajo se pretende determinar los valores de W, X, Y, Z, que corresponden al porcentaje de participación de cada una de las componentes en el tiempo de trabajo no contributivo.

Importancia de los componentes del trabajo no contributivo

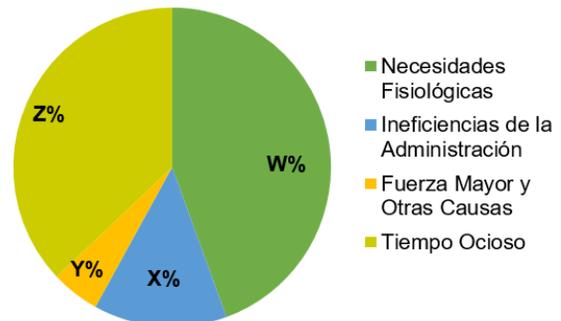


Figura 67. Esquema de las componentes del trabajo no contributivo.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Mantenimiento

Para evitar que un equipo falle repentinamente se recomienda prevenir con revisiones en intervalos de horas de uso. Para así evitar daños graves y como consecuencia detener los trabajos, lo que conlleva atrasados en las ejecuciones programadas de mantención de caminos. La empresa lleva las consecuencias que afectan directamente el golpe o trasiego de la fruta.

Mantenimiento de la maquinaria subcontratada

Para el contratista se recomienda una ficha revisión de maquinaria (niveladora y

excavadora), ver cuadro 33. La ficha de chequeo consta de las siguientes partes:

- Fecha.
- Empresa o contratista.
- Tipo de máquina.
- Modelo.
- Placa.
- Ubicación.
- Aspectos de inspección.
- Cuadro en vacío: para cada aspecto se tiene un cuadro donde el inspector debe indicar por medio de un check (√) la condición de la inspección: bien, mal o regular.
- Observaciones.
- Nombre y firma del inspector
- La ficha de chequeo se adjunta en el apéndice.
-

CUADRO 31. FICHA DE REVISIÓN DE MÁQUINARIA DE CONTRATISTA					
CORPORACIÓN DE DESARROLLO AGRÍCOLA DEL MONTE, S.A.					
DIVISIÓN PINDECO PACÍFICO					
DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL					
REVISIÓN DE MAQUINARIA DE CONTRATISTA					
Fecha:					
Empresa Contratista:	o				
Tipo:	Modelo:		Placa		
Ubicación:					
N°	Aspecto de Inspección	Bien	Reg.	Mal	Observaciones
1	Fugas de lubricantes				
2	Fugas de agua				
3	Fugas de combustible				
4	Luces				
5	Espejos				
6	Estado de llantas				
7	Frenos				
8	Estado de horómetro				
9	Tipo de conexión del horómetro				
10	Extintor de incendios				
11	Equipos antiderrames (plástico, pala, cal y recipientes)				
12	Gata, llave de ranas, triángulos				

13	Estado general de equipo			
Observaciones:				
Nombre y firma inspector			V°B° Supervisor de Ingeniería	

Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018).

Mantenimiento de la maquinaria de la compañía

Las niveladoras de la compañía se someten a revisiones periódicas, no obstante, se presentan fallas graves que repercuten en el tiempo de reparación, atrasando su reincorporación al campo. Por lo que es necesario implementar nuevas hojas de revisión para llevar un mayor control.

En el caso de la excavadora no se elabora un programa de mantenimiento para la excavadora debido a que la compañía no es la encargada directa de las excavadoras, además de que no se tienen a disposición en el taller para su revisión.

La empresa actualmente no tiene planes próximos de compra.

Descripción de las tareas de la ficha de mantenimiento preventivo

Describe las revisiones de mantenimiento preventivo, dando instrucciones claras y precisas al personal de mantenimiento, desde las más simples hasta las más complejas. Las fichas son inspecciones divididas en periodos a cada 250 horas, 500 horas, 1000 horas y 2000 horas, una vez finalizada la revisión de las 2000 h se inicia nuevamente el ciclo. Para ello se adjuntan en los anexos las fichas correspondientes a las distintas revisiones

Tipos de tareas que incluye la ficha de mantenimiento

Las tareas son destinadas a prevenir o minimizar efectos causados por fallas en el equipo algunas de estas se mencionan a continuación:

1. Inspecciones visuales: Se realizan con el objetivo de detectar visualmente si existen anomalías de falla a simple vista e incluso de comprobar si se acatan las medidas de seguridad establecidas, son

- rentables, y supone un bajo costo de operación.
2. Verificaciones del correcto funcionamiento realizado con instrumentos propios del equipo: este tipo de tareas consiste en la toma de datos de presión, temperatura, nivel de aceite, verificación horómetro, otros.
3. Revisiones del correcto funcionamiento realizado con instrumentos externos del equipo: se busca determinar si el equipo cumple con las especificaciones prefijadas, por lo que es necesario desplazar determinados instrumentos o herramientas especiales que no se encuentran conectadas a un equipo, por ejemplo: tacómetros, detección de fugas, termografías.
4. Lubricación y engrase: Su objetivo es mejorar el funcionamiento de la máquina, lubricando en periodos y cantidades determinados.
5. Tareas condicionales: se realizan dependiendo del estado en que se encuentre el equipo, no es necesario si el equipo no da síntomas de encontrarse en mal estado. Por ejemplo, limpieza si el equipo muestra suciedad, polvo o humedad.

Ciclo de mantenimiento

Una vez elaborada la lista de tareas que conforma el plan de mantenimiento, es conveniente agruparlas o subdividir las en:

- Revisar.
- Lubricar.
- Calibrar.
- Lavar.
- Cambiar.

Por lo tanto, esto dará lugar a periodos de horas para revisiones:

Revisión 250 horas: Contiene tareas que se realizan fácilmente y la mayor parte de ellas se refieren a controles visuales, ruidos, vibraciones, control de fugas, mediciones de datos, control de parámetros y pequeños trabajos de limpieza y engrase. Algunas de las tareas pueden desarrollarse con los equipos en

marcha, incluso por los operadores, las inspecciones son cortas, ver cuadro 34.

Revisión 500 - 1000 horas: Contempla tareas más complicadas que no están justificadas realizar constantemente. En algunos casos implican la parada de las máquinas o tomas de datos más laboriosas, como, por ejemplo: limpieza motores, que necesiten desmontaje, engrases o cambios de piezas dañadas y otros. Ver cuadro 35 y 36.

Revisión 2000 horas: Abarca revisión completa del equipo, serie de tareas que no justifica perpetrar en un periodo menor, por lo general suponen paradas del equipo por varios días, analizando el momento adecuado para realizarlas, ver cuadro 37.

Ficha de mantenimiento preventivo

Cada ficha de mantenimiento de chequeo cuenta de las siguientes partes:

- Periodo de la inspección: si se trata de una ficha para mantenimiento de 250 horas, 500 horas, 1000 horas o 2000 horas.
- Nombre del equipo.
- Fecha: día en que se realiza la intervención.
- Inspecciones: señala la actividad de inspección o medición y parámetros a revisar.
- Cuadro en vacío: para cada actividad se tiene un cuadro donde el técnico debe indicar por medio de un check (√) si se realizó la inspección.
- Revisado por: nombre o firma del responsable que desarrolla la intervención al equipo y debe entregar al coordinador de mantenimiento para observar la condición del equipo y las acciones realizadas.
- Observaciones: el técnico apunta lo que considere importante con respecto a la actividad de mantenimiento realizada.

La importancia de realizar fichas radica en que son altamente útiles para recolectar datos y construir un historial de mantenimiento, ejecutar tareas de mantenimiento, revisión de las partes y piezas de los equipos, inspección de la máquina y chequeo de las causas de un defecto o falla.

En los cuadros 34,35,36 37, se observa el diseño de las fichas técnicas para las labores de mantenimiento de las niveladoras de la empresa en las diferentes fincas. Y en el cuadro 38 y 39 se muestra el resultado obtenido de aplicación de las fichas de mantenimiento para subcontratistas.

Beneficios del mantenimiento

Los beneficios más relevantes alcanzados en PINDECO con la aplicación de un mantenimiento oportuno, son los siguientes: la disminución del riesgo, previniendo la probabilidad de ocurrencia de fallas indeseables; la mejora de los niveles de eficiencia de la instalación; la reducción de costos operativos e incremento de la producción.

Además de esta, se prolonga la vida útil de los equipos, cumpliendo los requerimientos de seguridad y la mejora de la imagen de la empresa con un realce de la impresión de clientes y entorno, así como el incremento de la moral de los trabajadores que operan los equipos e instalaciones.

CUADRO 32. FICHA DE MANTENIMIENTO DE 250 HORAS PARA NIVELADORAS

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte	Equipo:	
División Pindeco Pacífico Sur	Fecha:	___/___/_____
Departamento de Servicios de Ingeniería	h/km:	250
Marque en el espacio (V) Buen estado o (X) si está dañado		
Revisar, corregir o reportar si es necesario		
Cabina	1	() Panel de instrumentos
	2	() Luces
	3	() Asiento () Estado
	4	Ajuste de recorrido del () Embrague () Freno de servicio
	5	() Doble tracción () Barra () Toma de Fuerza
	6	() Golpes en estructura
Motor	7	() Sistema de enfriamiento (radiador, tapa, tanque de expansión y nivel de coolant)
	8	() Admisión y enfriamiento (tuberías , mangueras , gazas y acoples)
	9	[] Batería (Estado, limpieza, sujeción, nivel de electrolito y bornes flojos)
	10	() Sistema de arranque () Estado y tensión faja del abanico () Alternador () Compresor
	11	() Carcaza y filtros de aire (limpieza y estado)
Lubricación	12	() Engrase general
	13	Niveles () Sistema hidráulico () Transmisión () Motor () Ejes () Líquido frenos () Embrague
	14	() Fugas (especificárselos, empaques o componente dañado)
	15	Tuberías , mangueras , gazas y acoples () Hidráulicas () Combustible () A/C
Ruedas	16	() Holgura (juego) en pistones de dirección () Barra () Rótulas
	17	() Soque de tuercas de las ruedas delanteras y traseras () Aros (fisuras y estado)
	18	Llantas (Lastrado (agua-pesas), Presión, Estado y Desgaste) () Placas () Tarjeta de circulación
General	19	() Placas () Tarjeta de circulación
	20	Tractores () Barra tiro () Chibola () Cadenas de seguridad
	21	Niveladoras () Cuchillas () Calzas del círculo () Escarificadores () Holgura en pistones
	22	() Cambiar aceite de cubos reductores y eje delantero (John Deere / Same)
	23	() Cambiar filtros de combustible
	24	() Cambiar filtros hidráulicos y transmisión
Mecánico	Firma	
Encargado	Firma	

Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018)

CUADRO 33. FICHA DE MANTENIMIENTO DE 500 HORAS PARA NIVELADORAS

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte		Equipo:	
División PINDECO Pacífico Sur		Fecha:	___/___/___
Departamento de Servicios de Ingeniería		h/km:	500
Ítem	Actividades a realizar	Observaciones	
Revisar			
1	Nivel de aceite de motor		
2	Nivel agua del radiador		
3	Fugas de aceite, agua y combustible (compruebe niveles)		
4	Presión de llantas		
5	Luces panel y focos (cambiar quemados/quebrados)		
6	Drenar el agua del tanque "chimbo" de aire		
7	Arranque el motor y observe el indicador de combustible si esta en la zona roja, cambie el filtro.		
8	Nivel de electrolito de las baterías		
9	Drene el filtro RACOR		
10	Limpie los bornes sucios (use agua y bicarbonato)		
Lubricar			
11	Alemites sistema dirección (varillas pivote de cilindro y de inclinación y oscilación de rueda delantera)		
12	El desgarrador / escarificador (2 alemites 140 G)		
13	Escarificador de montaje delantero (4 alemites 120G)		
14	Pivote superior de la articulación		
15	Estructura y pistones de la pala frontal (8 alemites)		
16	Zapatas guías la pista de la tornamesa y de la pala		
Cambiar			
17	Cambie aceite de motor y filtro		
Mecánico		Firma	
Encargado		Firma	

Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018).

CUADRO 34. FICHA DE MANTENIMIENTO DE 1000 HORAS PARA NIVELADORAS

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte		Equipo:	
División Pindeco Pacífico Sur		Fecha:	___/___/___
Departamento de Servicios de Ingeniería		h/km:	1000
Pasará a Taller. Tomar muestra de aceite de motor y transmisión			
Ítem	Actividades a realizar	Ítem	Actividades a realizar
Revisar		Cambiar	
1	Nivel de aceite de motor	26	Cambie aceite de motor y filtro
2	Nivel agua del radiador	27	Filtro de combustible y elementos de filtro separador
3	Fugas de aceite, agua y combustible	28	Filtros del sistema hidráulico
4	Presión de llantas	29	Aceite de cubos reductores ruedas delanteras
5	Luces panel y focos (cambiar quemados/quebrados)	30	Cambiar aceite de la transmisión
6	Drenar el agua del tanque "chimbo" de aire	31	Filtros de la transmisión y diferencial
7	Abra la llave de vaciado y drene el agua y sedimentos	32	Realizar LIMPIEZA de tanque de combustible
8	Nivel de electrolito de las baterías		
9	Limpie los bornes sucios (use agua y bicarbonato)		
10	Nivel aceite de cajas de mandos de tándem		
11	Cinturón de seguridad del operador		
12	Tensión faja del alternador y abanico		
13	Bearing del pivote de las bocinas		
14	Compruebe los frenos de servicio		
15	Lavar pascon de succión del sistema hidráulico y transmisión		
Lubricar			
16	Alemites sistema dirección. (varillas pivote de cilindro y de inclinación y oscilación de rueda delantera)		
17	El desgarrador / escarificador (2 alemites 140 G)		
18	Escarificador de montaje delantero (4 alemites 120G)		
19	Pivote superior de la articulación		
20	Estructura y pistones de la pala frontal (8 alemites)		
21	Zapatillas guías la pista de la tornamesa y de la pala		
22	Pivote de cilindros de la cremallera curva		
23	Cojinete del ventilador		

24	Juntas universales mando bomba sistema hidráulico		
25	Tapa de llenado del tanque de combustible		
Mecánico		Firma	
Encargado		Firma	

Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018)

CUADRO 35. FICHA DE MANTENIMIENTO DE 2000 HORAS PARA NIVELADORAS			
Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte		Equipo:	5005
División PINDECO Pacífico Sur		Fecha:	___/___/___
Departamento de Servicios de Ingeniería		h/km:	2000
Pasará a Taller. Tomar muestra de aceite de motor y transmisión			
Ítem	Actividades a realizar	Ítem	Actividades a realizar
Revisar		Lubricar	
1	Nivel de aceite de motor	31	Alemites sistema dirección. (varillas pivote de cilindro y de inclinación y oscilación de rueda delantera)
2	Nivel agua del radiador		
3	Fugas de aceite, agua y combustible	32	El desgarrador / escarificador (2 aletas 140 G)
4	Presión de llantas	33	Escarificador de montaje delantero (4 aletas 120G)
5	Luces panel y focos (cambiar quemados/quebrados)	34	Pivote superior de la articulación
6	Drenar el agua del tanque "chimbo" de aire	35	Estructura y pistones de la pala frontal (8 aletas)
7	Abra la llave de vaciado y drene el agua y sedimentos	36	Zapatillas guías la pista de la tornamesa y de la pala
8	Nivel de electrolito de las baterías	37	Pivote de cilindros de la cremallera curva
9	Drene el filtro racor	38	Cojinete del ventilador
10	Limpie los bornes sucios (use agua y bicarbonato)	39	Juntas universales mando bomba sistema hidráulico
11	Nivel aceite de cajas de mandos de tandem	40	Pivote inferior de la articulación
12	Cinturón de seguridad del operador	41	Turbo alimentador (cambie el kit)
13	Tensión faja del alternador y abanico	Limpiar	
14	Bearing del pivote de las bocinas	42	Respiradero del motor
15	Color humo de escape	43	Elemento primario (externo) filtro aire
16	Compruebe los frenos de servicio	Lavar	
17	Lavar pascon de succión del sistema hidráulico	44	Tapa de llenado del tanque de combustible

18	Juego horizontal en unión rotulas barra tiro	45	Lavado general a vapor del motor
19	Juego en laines de los cilindros de levante pala	46	Lavar tanque de combustible
20	Juego en laines del pin central de la pala	Cambiar	
21	Desgaste en puntas del subsolador y escarificador	47	Cambie aceite de motor y filtro
22	Juego principal de la tornamesa	48	Filtro de combustible y elementos de filtro separador
23	Operación y ajuste de frenos de servicio y parque	49	Filtros del sistema hidráulico
24	Operación de arranque y ruidos anormales en motor	50	Aceite de cubos reductores ruedas delanteras
25	Fusibles quemados y malos	51	Lavar pascón succión aceite transmisión e hidráulico
26	Arranque el motor y observe el indicador de combustible si está en la zona roja, cambie el filtro.	52	Elemento primario y secundario filtro de aire
		53	Cambiar aceite de la transmisión
27	Calibre las válvulas	54	Filtros de la transmisión y diferencial
Calibrar		55	Cambiar aceite del housing del círculo
28	Válvulas de motor	56	Cambiar aceite del tandem
29	Escape (ver manual de servicio)		
30	Admisión (ver manual de servicio)		
Mecánico		Firma	
Encargado		Firma	

Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018).

CUADRO 36. RESULTADOS DE LA FICHA REVISIÓN DE NIVELADORAS CONTRATADAS			
Aspecto de Inspección	CAT 140H	Champion 710A	CAT 140G
Fugas de lubricantes	Bien	Bien	Bien
Fugas de agua	Bien	Bien	Bien
Fugas de combustible	Bien	Bien	Bien
Luces	Bien	Bien	Bien
Espejos	Bien	Bien	Bien
Estado de llantas	Bien	Bien	Bien
Frenos	Bien	Bien	Bien
Estado de horómetro	Bien	Bien	Bien
Tipo de conexión del horómetro	Bien	Bien	Bien
Extintor de incendios	Bien	Bien	Bien
Equipos antiderrames (plástico, pala,	Bien	Bien	Bien

cal y recipientes)	Bien	Bien	Bien
Gata, llave de ranas, triángulos	Bien	Bien	Bien
Estado general de equipo	Bien	Bien	Bien

Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018)

CUADRO 37. RESULTADOS DE LA FICHA REVISIÓN DE EXCAVADORAS CONTRATADAS				
Aspecto de Inspección	Volvo EC210B	Link Belt 210	John deere 210C	Komatsu PC200
Fugas de lubricantes	Bien	Bien	Bien	Bien
Fugas de agua	Bien	Bien	Bien	Bien
Fugas de combustible	Bien	Bien	Bien	Bien
Luces	Bien	Bien	Se quemó 1	Bien
Especjos	Bien	Bien	Bien	Falta 1
Estado de orugas	Bien	Bien	Bien	Bien
Frenos	Bien	Bien	Bien	Bien
Estado de horómetro	Bien	Bien	Bien	Bien
Tipo de conexión del horómetro	Bien	Bien	Bien	Bien
Extintor de incendios	Bien	Bien	Bien	Bien
Equipos antiderrames (plástico, pala, cal y recipientes)	Bien	Bien	No lleva	Bien
	Bien	Bien	Bien	Bien
Gata, llave de ranas, triángulos	Bien	No lleva	Bien	Bien
Estado general de equipo	Bien	Bien	Bien	Bien

Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte, (2018).



Figura 68. Mantenimiento de la niveladora en el taller de la empresa.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 69. Incorporación de aceite a la niveladora en el taller de la empresa.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 70. Incorporación de grasa en conexiones de la excavadora.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).



Figura 71. Conexiones engrasadas en excavadora.

Fuente. Fotografía capturada por la autora, (2018).

Resultados de las encuestas a empresas las privadas

La utilización del formato para encuestas presentado en los apéndices se consulta a las empresas privadas dedicadas al movimiento de tierras. ¿Cuáles son los parámetros que utilizan para determinar los rendimientos de maquinaria pesada? Estos son los resultados:

Se les preguntaron a ocho empresas privadas dedicadas al movimiento de tierras lo siguiente. Algunas de empresas optaron por dos respuestas a una misma pregunta.

A la pregunta ¿Qué método utilizan en la empresa para determinar el rendimiento de una máquina?

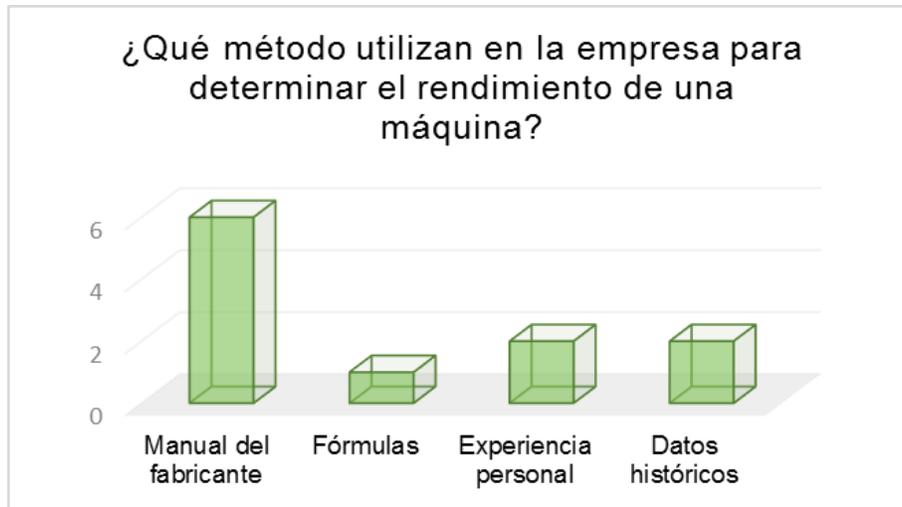


Figura 72. Resultados de la pregunta N°1 de la encuesta.
Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018).

A la pregunta: ¿Piensa que el método que utiliza es el más idóneo?
Respondieron:

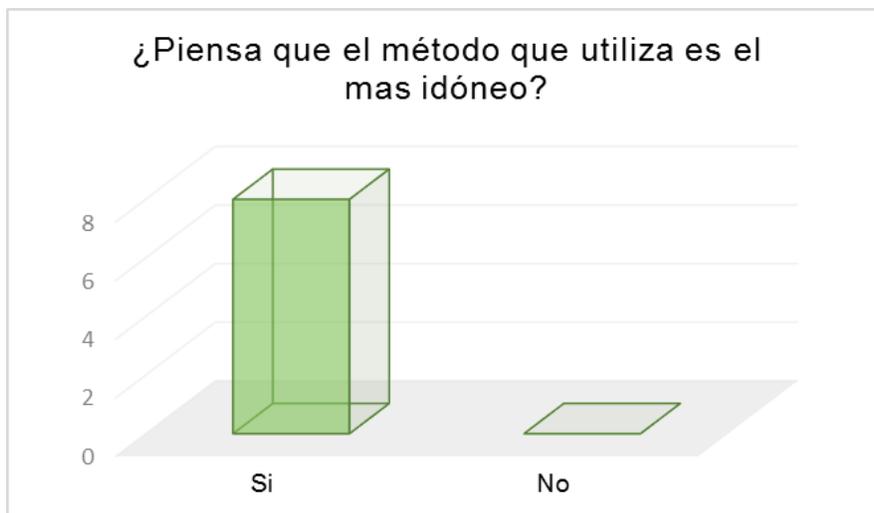


Figura 73. Resultados de la pregunta N°2 de la encuesta.
Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018).

A la pregunta: ¿Con el método utilizado para estimar los rendimientos de las máquinas siente que sus presupuestos son?

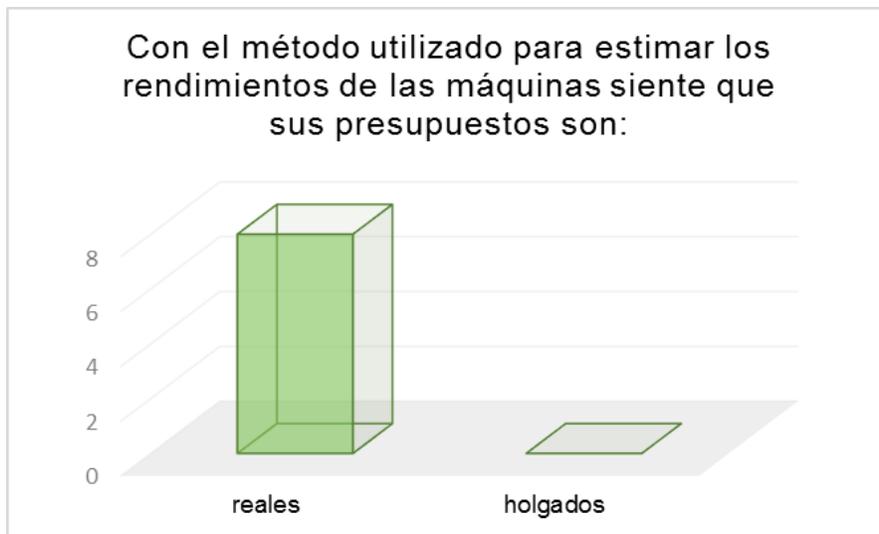


Figura 74. Resultados de la pregunta N°3 de la encuesta.
Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018).

A la pregunta: Al momento de licitar, presupuestar o cotizar un trabajo con maquinaria pesada ¿qué unidades de medida utilizan? Respondieron:

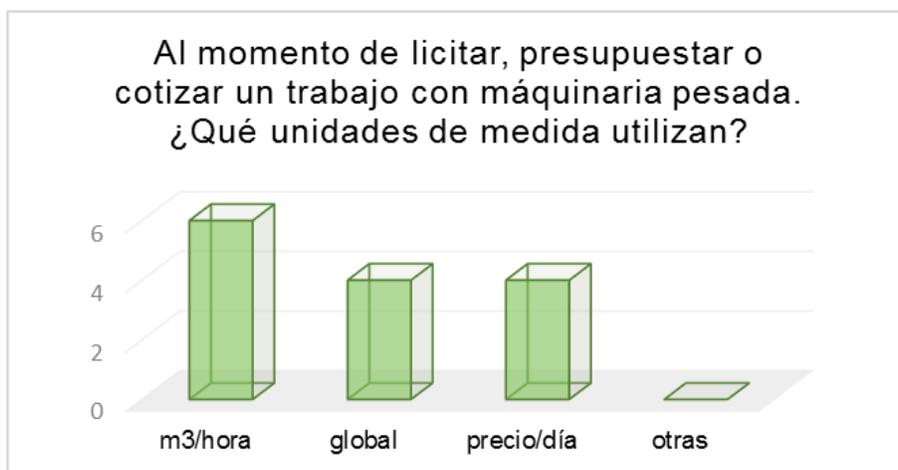


Figura 75. Resultados de la pregunta N°4 de la encuesta.
Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018).

A la pregunta: si tuviese una base de datos con los rendimientos de maquinaria por actividad ¿la utilizaría? Respondieron:

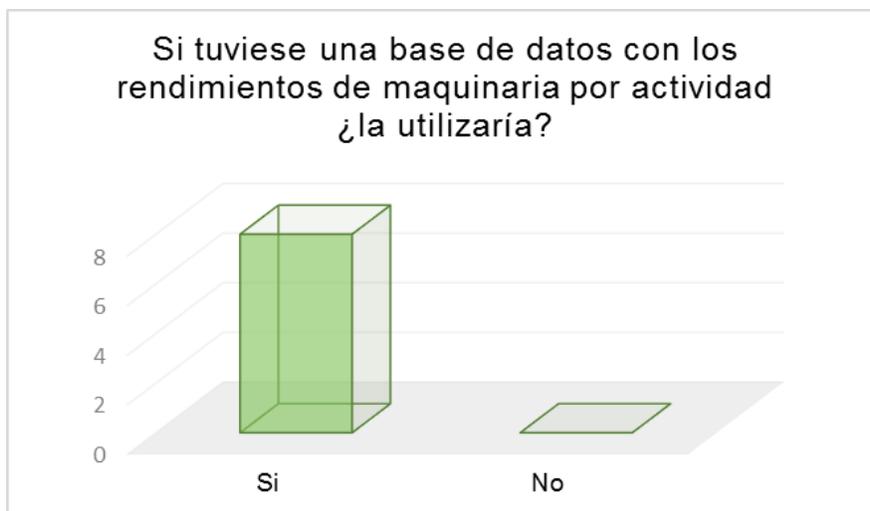


Figura 76. Resultados de la pregunta N°5 de la encuesta.
Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018).

A la incógnita general de si las empresas dedicadas al movimiento de tierras en el país utilizan tablas de rendimientos de máquinas, se puede concluir que la gran mayoría de estas se sujetan a los manuales del fabricante para tener una estimación de estos rendimientos, solo dos de las ocho empresas encuestadas respondieron que aparte del manual del fabricante utilizan controles diarios en obra y datos históricos para determinar la producción o rendimientos de sus equipos. Utilizan diferentes unidades de medida al establecer los rendimientos, y consideran que al presupuestar o cotizar con estas unidades sus rendimientos son reales. Sin embargo, todas respondieron que si tuvieran una base de datos de rendimientos por actividad la utilizarían pues estarían trabajando con datos reales y no estimados.

Potencia

Buenos Aires al ubicarse cercano al Parque Internacional la Amistad presenta una topografía variable de una ubicación a otra en cortos trayectos. Las fincas de la compañía llegan a presentar diferencias de elevación de hasta 500 m.s.n.m. Lo que desencadena problemas en las máquinas debido a la altitud.

Cuanta más altitud haya respecto a nivel del mar, el aire es menos denso y tiene menos presión, este efecto sin duda afecta a

nuestros motores perdiendo algunos caballos de potencia.

La altitud sobre el nivel del mar tiene un efecto importante sobre las condiciones en las que se encuentra el aire y sobre su composición. El aire cuanto más caliente esté su densidad, su masa será menor y las partículas tendrán más movimiento, este estado del aire no es el adecuado para el correcto funcionamiento del motor y en consecuencia se pierde potencia.

Este fenómeno es más acuciado durante el día que durante la noche y al sur debido a sus altas temperaturas. La presión atmosférica a medida que aumenta la altura causa la falta de oxígeno, en las personas, y, también afecta a los motores. Esta condición produce una pérdida de potencia del motor, debido a que la cantidad del oxígeno que debería entrar al cilindro combinado con la gasolina es menor, esto debido a que a mayor altura menor cantidad de oxígeno presente.

Para compensar la disminución de la potencia del vehículo por esta condición ambiental se han incorporado al motor elementos que permiten mantener la proporción de la mezcla en sus valores requeridos bajo esas condiciones de altura, por ejemplo: el avance o adelanto del tiempo del salto de la chispa es el más utilizado en vehículos viejos; en los actuales se utiliza un compensador de altura que es activado automáticamente por la computadora cuando así es requerido, para evitar la pérdida de potencia. El mismo que

ajusta la cantidad de combustible que necesita el motor.

Si se realiza un análisis de las diferencias de las máquinas de la empresa en conjunto con la de los contratistas con respecto a la potencia. Se logra analizar que, en el caso de las niveladoras, la Champion 710A es homóloga a la John Deere 5011, por lo tanto, ejercen la misma función, pero en contextos diferentes de marcas. Son semejantes entre sí. Se procede recalcando las diferencias existentes entre la Caterpillar 140H y la John Deere 5011.

Potencias a nivel del mar de las niveladoras:

- CAT 140H: 167,28 C.V.
- John Deere 670 G: 158-210 C.V.
- Champion 710 A: 160 C.V.
- CAT 140G: 204 C.V.

Potencias a nivel del mar de las excavadoras:

- Komatsu PC200: 149 C.V.
- Link Bell 210: 139,9 C.V.
- John Deere 210 GLC: 150 C.V.
- Volvo EC210B: 161,8 C.V.

Para el cálculo de potencias es necesario obtener las elevaciones con respecto al nivel del mar de las fincas. Al poseer terrenos tan amplios se analiza la opción de elegir los lotes que en las hojas de verificación presentan mayores intervenciones. Cabe resaltar que en un mismo lote existen diferencias de elevaciones de hasta 30 m.s.n.m.

Elevaciones en lotes:

- Buenos Aires 113: 376,50 m.s.n.m.
- Volcán 321: 461,62 m.s.n.m.
- Santa Marta 232: 413,52 m.s.n.m.
- Santa Fe -Sonador 838: 522,44 m.s.n.m.
- Los Ángeles 421: 960,38 m.s.n.m.

Las fichas técnicas del fabricante contienen la potencia a nivel del mar. Todo motor de combustión interna desarrolla más potencia a la presión equivalente a nivel del mar que a mayores alturas en donde la presión es menor. Estos motores desarrollan más potencia a bajas temperaturas que a altas temperaturas.

Para calcular la potencia destinada en las distintas zonas de la compañía PINDECO. S.A. son necesarias las distintas temperaturas

del ambiente y presiones barométricas corriendo las potencias obtenidas en diversos lugares y refiriéndose a la “estándar” a nivel del mar para obtener una base de comparación.

A continuación, se presenta un ejemplo de cálculo de potencia:

- Máquina:
- Altura en metros observada:
- Potencia a nivel del mar (C.V):

$$\text{Potencia} = CV - \text{perdida de potencia}$$

$$\text{Pérdida de potencia} = \frac{0.03 * C.V * (H_o - 300)}{300}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdida de potencia} \\ &= \frac{0.03 * 204 * (960,38 - 300)}{300} \end{aligned}$$

$$\text{Pérdida de potencia} = 13,47 C.V$$

Potencia de la niveladora 140G en finca Los Ángeles de:

$$204 C.V - 13,47 C.V = 190,53 C.V$$

A partir de las siguientes tablas se pueden comparar las potencias netas de las excavadoras y niveladoras. Se obtienen resultados de la influencia de tiene la altura. La CAT 140G es la que presenta mayor potencia en todas las fincas, mientras que la Champion 710A es la que presenta menos potencia.

Es importante ubicar las máquinas con criterio en las fincas, a mayor altitud la máquina de mayor potencia y a menor altitud la máquina de menor potencia.

- CAT 140G: Los Ángeles.
- CAT 140H: Santa Fe.
- Champion 710 A: Buenos Aires.

CUADRO 38. POTENCIAS DE LAS NIVELADORAS EN LAS FINCAS DE LA COMPAÑÍA					
Niveladora	Los Ángeles C.V (hp)	Buenos Aires (C.V)	Santa Marta (C.V)	Santa Fe (C.V)	Volcán (C.V)
CAT 140G	190,53	202,44	201,68	190,53	200,70
CAT 140H	156,23	166,00	165,38	156,23	164,58
John Deere 670 G	171,85	182,59	181,91	171,85	181,03
Champion 710 A	149,43	158,78	158,18	149,43	157,41

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 39. POTENCIAS DE LAS EXCAVADORAS EN LAS FINCAS DE LA COMPAÑÍA					
Excavadora	Los Ángeles (C.V)	Buenos Aires (C.V)	Santa Marta (C.V)	Santa Fe (C.V)	Volcán (C.V)
Komatsu PC200	194,16	202,86	202,31	194,16	201,59
Link Bell 210	158,04	166,21	165,69	158,04	165,02
John Deere 210 GLC	174,09	182,85	182,30	174,09	181,58
Volvo EC210B:	149,32	158,76	158,16	149,32	157,38

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Rendimientos

Se obtienen dos tipos de rendimientos los teóricos y los reales. Los teóricos se calculan por medio de fórmulas que brindan las investigaciones literarias y se obtienen con el fin de compararlos con los rendimientos reales que proporciona la maquinaria en situ, lo cual es fundamental para determinar la realidad del trabajo realizado. Para la comparación se realizaron cuadros comparativos con información.

Debido a que la empresa actualmente paga por hora la maquinaria, se obtienen los datos de horas consumidas por kilómetro avanzado. Se calculan para los nuevos datos los rendimientos como trabajo realizado entre horas consumidas.

Los rendimientos calculados se obtuvieron con base al tiempo trabajado por parte de las niveladoras y excavadoras, no se incorporaron los tiempos de traslado que son los que la máquina utiliza para trasladarse de un punto a otro dentro de la finca o por vías públicas. Estos últimos tiempos serán utilizados

para evaluar un costo por el trayecto, ya sea en lastre o pavimento.

Se realizó el diseño de hojas de verificación en campo para el uso por parte del inspector de control de calidad (ver apéndice 1). El objetivo de estas hojas es verificar las condiciones con que se están realizando las actividades de la maquinaria, visualizar problemas y aportar recomendaciones para el mejoramiento del proceso. A partir del análisis de esta información, tomar decisiones relevantes y con esto mejorar la productividad de los frentes de trabajo, evitar tiempos muertos, longitudes de acarreo innecesarias y sobre todo controlar la calidad y los costos de ejecución de buena manera.

Se obtuvieron datos tomados en el campo para obtener los resultados cercanos a los rendimientos reales. A partir de la aplicación de las hojas de verificación se obtuvieron datos aún más reales que incorporan el desperdicio de tiempos, ya que mide el trabajo realizado con una totalidad de horas y distancia avanzada durante el día.

Los datos reales de las mediciones para las actividades tanto de las distintas niveladoras y excavadoras se consiguieron por día, en un

periodo de comprendido de 7 de julio al 27 de septiembre. Es importante recalcar que las mediciones se obtuvieron en la época de invierno. Las mismas se encuentran en los anexos en conjunto con los cálculos de costo por metro lineal y metro cubico.

A continuación, se presenta los cuadros de rendimientos reales de la maquinaria en estudio para las distintas actividades.

En pendientes se realiza una compactación con la misma máquina por exceso de inclinación, para así evitar que el material suelto ruede o se despegue debido a la gravedad por lo que disminuyen los rendimientos en estas condiciones. Pero no lo suficiente como para significar un cambio abrupto en los costos, también se toma en cuenta que las máquinas usualmente realizan la mayoría de los trabajos sobre terrenos planos. En las mediciones tomadas se incluyen:

1. Los tiempos de cada pasada necesaria para que el trabajo quede finalizado con la calidad adecuada.
2. Los tiempos de giro. Estos usualmente suelen ser semejantes debido a que las fincas presentan entradas en el cultivo en las que las maquinas giran.
3. Un ancho de calzada de 5,6 y un 0,5m de cada cuneta.

Los rendimientos reales se calculan con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{unidades de trabajo (km o m}^3\text{)}}{\text{hora}}$$

Los rendimientos teóricos se calculan a partir de las siguientes fórmulas:

1. Niveladora

$$T = \text{Tiempo total} = \frac{D * N}{V * E} + \frac{D * N}{V_1 * E}$$

$$\text{Rendimiento teorico} = \frac{D}{T}$$

Donde:

R = rendimiento niveladora.

T = tiempo requerido para efectuar el trabajo.

D = distancia recorrida en cada pasada.

N = número de pasadas que se requiere para realizar el trabajo.

V = velocidad de operación (km/h).

E = factor de rendimiento de trabajo.

2. Excavadoras

$$FH = \frac{(H - 1000)}{10000}$$

$$R. \text{ teorico} = \frac{(Q * \frac{3600}{T} * E)}{(1 + FH)}$$

Donde:

R = rendimiento en m³ / hora medidos en el banco.

Q = capacidad o volumen del cucharón.

E = factor de rendimiento de la máquina.

F.H = factor de altura.

T = duración del ciclo en segundos.

Se procede a realizar un ejemplo de cálculo de rendimiento teórico para la actividad de cuneteo-reparación de calzada en niveladoras.

Datos:

- Ancho de calzada más cunetas: 0,0066km = 6m.
- Distancia promedio de trabajo: 0,52 km.
- Número de pasadas: 8.
- Velocidad: 3 km/h.
- Factor de rendimiento: 0,6.

$$T = \text{Tiempo total} = \frac{0,52 \text{ km} * 8}{3 \frac{\text{km}}{\text{h}} * 0,6} = 2,31 \text{ h}$$

$$\text{Rendimiento teorico} = \frac{0,52 \text{ km}}{2,31} = 0,223 \text{ km/h}$$

Se procede a realizar un ejemplo de cálculo de rendimiento teórico para la actividad de zanjeo en excavadoras.

Datos:

- Factor de rendimiento: 0,8.
- Capacidad del cucharón: 2 m³.
- Factor de altura: Finca Los Ángeles, 960,39 m.s.n.m.
- Ciclo de operación: 76,06 s.

$$FH = \frac{(960,39 - 1000)}{10000} = -0,003961$$

$$R \text{ teorico} = \frac{(0,5 * \frac{3600}{76,06 \text{ s}} * 0,8)}{(1 + (-0,003961))}$$

$$R \text{ teorico} = 19,01 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Se obtuvieron los rendimientos para las siguientes actividades de las niveladoras:

- Cuneteo-reparación de calzada.
- Raspado.
- Ripiado.
- Lastreo.
- Conformación.

Se obtuvieron los rendimientos para las siguientes actividades de las excavadoras:

- Recava de canales.
- Zanjeo.

Recaba de canales

En la finca Buenos Aires se analizaron los canales intervenidos de los lotes 107,114 y 117; en la finca Volcán los canales intervenidos de los lotes 313, 321, 322, 344, 351 y en finca Santa Marta los canales intervenidos de los lotes 231, 232, 233. Los rendimientos de las fincas se encuentran en el cuadro 55.

Zanjeo - Instalación de tubería

La actividad de zanjeo- instalación de tubos solo fue medida en finca los Ángeles, debido a que durante el tiempo en que se desarrolla la toma de datos, la compañía se encontraba ejecutando un proyecto de instalación y profundización de tubos de un sistema de irrigación. Por lo que todas las excavadoras se trasladaron a la zona. Se analizaron los canales intervenidos de los lotes 421, 427. Los rendimientos obtenidos son bajos si se comparan a un zanjeo continuo y corresponden a zanjeo más el procedimiento de la instalación de tubos. Los rendimientos de la finca Los Ángeles se encuentran en el cuadro 56.

Cuneteo-reparación de calzada

Esta actividad se midió en finca Buenos Aires en los lotes 113,111 y 118, ver cuadro 42, y en finca Volcán en los lotes 362 y 369, ver cuadro 44.

Raspado

Se elaboran los precios basados en los rendimientos obtenidos con la cuchilla lisa, no obstante, con los stinger se reduce el tiempo de ejecución y con ello el precio. Los rendimientos se encuentran en el cuadro 44 para la finca Volcán y el cuadro 45 para la finca Buenos Aires.

Ripiado

Se realiza en calles con una calzada de 5,6m y cunetas de 0,50m. El resultado demuestra que es una actividad con rendimientos competitivos y un buen acabado final. Representa una de las actividades de menor duración. Los rendimientos se encuentran en el cuadro 52 para la finca Volcán, el cuadro 53 para la finca Santa Fe y el cuadro 564 para la finca Buenos Aires.

Lastreo

Se realiza con un espesor de capa de 10 cm, y según la empresa una vagoneta de 13m³ debe suplir 25 m lineales. En la finca Buenos Aires se analizaron los lastreos intervenidos en los lotes: 163, 224, 118, 107, 163, 114 y 115. El lastreo es la actividad que representa un mayor costo debido a la baja de rendimientos que se dan por causa de la espera de vagonetas a las que se someten las máquinas. Los rendimientos se encuentran en el cuadro 46 para la finca Buenos Aires.

Conformación

Se logra acceder a pocos datos debido a que es una actividad usual de la época de verano. Y representa una de las más laboriosas, de mayor tiempo y dificultad. Los rendimientos se encuentran en el cuadro 47 para la finca Volcán, en el cuadro 48 para la finca Buenos Aires y el cuadro 49 para la finca Santa Fe.

CUADRO 40. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD CUNETEO - REPARACIÓN DE CALZADA EN FINCA BUENOS AIRES					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Buenos Aires	113	5,63	0,18	Nio campeón 710A	Lisa
	111	5,00	0,20		
	118	5,00	0,20		
Rendimiento Finca Buenos Aires		5,21	0,19		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 41. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD CUNETEO - REPARACIÓN DE CALZADA EN FINCA VOLCÁN					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Volcán	362	5,83	0,17	John deere 210 GLC	Stinger
	369	5,00	0,20		
Rendimiento Finca Volcán		5,42	0,19		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 42. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD RASPADO EN FINCA VOLCÁN					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Volcán	321	3,86	0,28	John deere 210 GLC	Stinger
	334	4,06	0,25		
	313	3,47	0,29		
	312	3,43	0,29		
	335	3,83	0,27		
	322	4,09	0,24		
	323	3,38	0,30		
	352	3,25	0,31		
	342	3,60	0,41		
	362	3,64	0,28		
	364	3,18	0,31		
Rendimiento Finca Volcán		3,62	0,29		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 43. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD RASPADO EN FINCA BUENOS AIRES					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Buenos Aires	232	7,00	0,14	Nio campeón 710A	Lisa
	164	3,85	0,26		
	118	3,31	0,29		
	211	4,42	0,23		
	163	2,75	0,36		

	116	5,83	0,34		
	113	3,74	0,28		
	121	4,25	0,24		
Rendimiento Finca Buenos Aires		4,39	0,27		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 44 RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD LASTREO EN FINCA BUENOS AIRES					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Buenos Aires	163	15,00	0,07	Nio Champion 710A	Lisa
	224	8,75	0,11		
	224	11,67	0,09		
	224	16,67	0,06		
	118	4,38	0,23		
	107	17,50	0,06		
	163	14,20	0,07		
	163	14,00	0,07		
	114	21,03	0,05		
	115	12,75	0,08		
Rendimiento Finca Buenos Aires		13,59	0,09		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 45. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD CONFORMACIÓN EN FINCA VOLCÁN					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Volcán	311	0,93	1,08	John deere 210 GLC	Stinger
	311	0,95	1,05		
	211	4,00	0,25		
Rendimiento Finca Volcán		1,96	0,79		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 46. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD CONFORMACIÓN EN FINCA BUENOS AIRES					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Buenos Aires	224	8,75	0,11	Champion 710A	Lisa
	224	11,67	0,09		
Rendimiento Finca Buenos Aires		10,21	0,10		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 47. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD CONFORMACIÓN EN FINCA SANTA FE					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Santa Fe	322	6,78	0,15	Caterpillar 140H	Lisa
	321	7,67	0,13		
	322	6,00	0,17		
	322	7,56	0,13		
	303	7,33	0,14		
	305	3,08	0,33		
	135	11,82	0,08		
	135	9,05	0,11		
Rendimiento Finca Santa Fe		6,40	0,17		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 48. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD RECUPERACIÓN DE MATERIAL EN FINCA BUENOS AIRES					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Buenos Aires	232	7,00	0,14	Nio campeón 710A	Lisa
	164	3,85	0,26		
	118	3,31	0,29		
	211	4,42	0,23		
	163	2,75	0,36		
	116	5,83	0,34		
	113	3,74	0,28		
	121	4,25	0,24		
Rendimiento Finca Buenos Aires		4,39	0,27		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 49. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD RECUPERACIÓN DE MATERIAL EN FINCA VOLCÁN					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Volcán	321	3,86	0,28	John deere 210 GLC	Stinger
	334	4,06	0,25		
	313	3,47	0,29		
	312	3,43	0,29		
	335	3,83	0,27		
	322	4,09	0,24		
	323	3,38	0,30		
	352	3,25	0,31		
	342	3,60	0,41		
	362	3,64	0,28		
	364	3,18	0,31		

Rendimiento Finca Volcán	3,62	0,29		
---------------------------------	-------------	-------------	--	--

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 50. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD RIPIADO EN FINCA VOLCÁN					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Volcán	311	11,60	0,086	John deere 210 GLC	Stinger
	311	11,71	0,085		
	211	11,67	0,086		
	368	11,67	0,086		
Rendimiento Finca Volcán		11,72	0,09		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 51. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD RIPIADO EN FINCA SANTA FE					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Santa Fe	322	11,86	0,084	140 H	Lisa
	321	11,48	0,087		
	305	11,82	0,085		
Rendimiento Finca Santa Fe		11,72	0,09		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 52. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD RIPIADO EN FINCA BUENOS AIRES					
Ubicación	Lote	h/km	km/h	Máquina	Cuchilla
Buenos Aires	224	11,90	0,084	Nio campeón 710A	Lisa
	220	10,88	0,092		
	232	11,11	0,090		
Rendimiento Finca Buenos Aires		11,30	0,09		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 53. RENDIMIENTO REAL RECAVA DE CANALES EN FINCAS			
Ubicación	Lote	Maquina	m3/h
Buenos Aires	Lote 114	Excavadora Liebherr	60
	Lote 107	Excavadora Liebherr	56,05
	Lote 117	Excavadora Komatsu	89,86
Santa Marta	Lote 231	Excavadora Komatsu	85,58
	Lote 232	Excavadora Komatsu	80,56
	Lote 233	Excavadora John deere 210 GLC	103,58
Volcán	Lote 313	Excavadora John deere 210 GLC	91,99
	Lote 321	Excavadora Volvo 210 BCL	75,65
	Lote 322	Excavadora Volvo 210 BCL	75,41
	Lote 344	Excavadora John deere 210	90,53

		GLC	
	Lote 351	Excavadora Volvo 210 BCL	61,98
Rendimiento final			79,20

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 54. RENDIMIENTO REAL ACTIVIDAD ZANJEO-INSTALACIÓN DE TUBERÍA EN FINCA LOS ÁNGELES				
Ubicación	Lote	m3/h	Máquina	Cucharón
Los Ángeles	421	14,49	Excavadora Komatsu	limpieza de zanjas (DC)
	421	14,99	Excavadora Liebherr	
	427	14,11	Excavadora John deere	
	121	14,49	Excavadora Volvo 210 BCL	
Rendimiento Finca Los Ángeles		14,52		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 55. COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS REALES Y TEÓRICOS EN LAS ACTIVIDADES DE LA NIVELADORA				
Actividad	Nº pasadas	Rendimiento real (km/h)	Rendimiento teórico (km/h)	Diferencia porcentual (%)
Cuneteo-reparación de calzada	8	0,19	0,22	13,64
Raspado	5	0,28	0,32	12,50
Lastreo	6	0,09	0,12	25,00
Conformación	10	0,24	0,26	7,69
Recuperación de material	7	0,28	0,3	6,67
Ripiado	7	0,27	0,31	12,90

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 56. COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS REALES Y TEÓRICOS EN LAS ACTIVIDADES DE LA EXCAVADORA				
Actividad	Capacidad cucharón (m3)	Rendimiento real (m3/h)	Rendimiento teórico (m3/h)	Diferencia porcentual (%)
Zanjeo	0,5	14,52	19,01	23,61
Recava de canales	2	79,2	80,04	1,05

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Costo horario de la maquinaria actual

Este puede variar a lo largo del año debido al aumento en los combustibles. Se obtiene de pagar por hora la cantidad aprobada en la licitación realizada anualmente a inicios del año.

Esta forma de pago tiene inconvenientes como lo son:

1. El tiempo que la máquina se traslada de un punto a otro dentro o fuera de las fincas, compromete tiempo el cual es pagado de la misma manera si este fuera trabajado, no existe una diferenciación esto puede llevar a casos en los que el operador atrase las labores por consumir más de este

- tiempo. Por lo que la compañía podría estar pagando más por traslado que por las actividades realizadas.
2. Desperdicios de tiempo marcados en el horómetro por dejar encendida la máquina mientras se realizan paradas para las necesidades básicas, tiempos de comida, entre otros.
 3. El operador puede encontrar la manera que el trabajo sea extenso, mayor cantidad de giros de la máquina que conllevan una longitud mayor a la que se debería, mayor cantidad de pasadas por un punto ya habiéndose finalizado el trabajo, errores durante la labor que deben ser corregidos.
 4. Alteración del horómetro por parte de los operadores de maquinaria privada, así como de los chequeadores suministrados por la compañía que llevan el control de las horas trabajadas.

3. La posibilidad a la empresa privada de generar al depender del avance, por lo que a los contratistas no les funcionaría desperdiciar tiempo en una única labor. Además, que estaría optimizando costos operativos como lo es el combustible, evitando desperdicios de tiempo y gastos prematuros de los equipos.
4. Además de una reducción de tiempos muertos, se manejaría presión por parte de la empresa privada.
5. La posibilidad a la empresa privada de ganar un igual o mayor salario, ahorrando tiempos. Debido a que, si usualmente utilizan de 3 a 5 horas en terminar el trabajo, los tiempos muertos, luego de implantar el nuevo control los operarios se esforzarán por conseguir un trabajo de calidad y en menor tiempo, evitando gastar tiempos.

Implementación de costos

En la ejecución de las actividades de obra civil dentro de la compañía se cuenta con equipo de alto costo horario, por lo que se debe buscar su utilización de manera óptima, con el fin de no desperdiciar los recursos con los que se cuenta. Para esto es indispensable encontrar la una relación entre la producción y los costos de esta.

Entre las ventajas de la implementación de un nuevo sistema de pago para las niveladoras y excavadoras se encuentran:

1. Significaría un ahorro para la empresa porque se evitarían tiempos muertos o alteraciones en los indicadores del tiempo trabajado.
2. Además, ayudaría en la elaboración de los presupuestos que la compañía necesita realizar anualmente, se evitaría datos generados por experiencia propia del trabajador y se cambiaría por una base de datos confiable. Si la empresa conoce las distancias que necesitan intervención de ciertos tipos de actividades, y el costo que involucra cada actividad lograría aproximar y apuntar a mayor control de presupuestos. Se analizaría el aprobar costos específicos para actividades.

Para el costo de la producción se necesitan dos datos, el costo horario de toda la maquinaria involucrada en el proceso y la producción real de ese grupo de maquinaria, de la siguiente manera: costo de producción = costo horario (€/hr) / producción real (m³) o (ml).

El principal resultado del trabajo realizado se muestra en los costos para el control y mejoramiento de los rendimientos, mismo que se basa en los procedimientos, cuidados y buenas prácticas que deben existir al momento de verse envuelto en un movimiento de tierras o mantención de caminos, referido a las actividades que las niveladoras y excavadoras realizan dentro de la compañía. El control de costos de los equipos es indispensable para la economía de la empresa.

Costos por metro lineal

El precio por metro cúbico y lineal resulta en la suma de los costos involucrados:

- El tiempo trabajado.
- El tiempo traslado.
- Excedentes y contratiempos.

Se realiza un ejemplo de cálculo con el desglose de aplicación de fórmulas matemáticas para el cálculo de costos por metro lineal, no obstante, los cálculos de los metros cúbicos al ser homólogos con los costos de los metros

lineales se restringen a las tablas de resultados encontradas en los anexos. Cabe resaltar que de existir alguna diferencia en el cálculo de los metros cúbicos se aclarara en el apartado que le corresponde.

Costo por metro lineal trabajado

El costo por metro lineal se aplica a las niveladoras para las actividades de lastreo, recuperación de material, conformación, cuneteo-reparación de calzada, ripiado, raspado, se obtiene del promedio de la sumatoria de las muestras de costos pagados al día entre la longitud trabajada por día.

Seguidamente como ejemplo se detallará el cálculo de los tiempos trabajados, para la actividad de recuperación de material en las niveladoras. Los demás se dejarán explícitos los resultados en tablas resumen.

1. A partir de los datos obtenidos se calcula el promedio de los tiempos trabajados y la longitud avanzada por día.

- Tiempo trabajado promedio = 3,37.
- Longitud promedio = 0,71 km.
- Costo por hora actual = ₡ 29.081.
- Costo pagado promedio = ₡94.262,81.

2. Por medio de la división del costo pagado entre metros lineales se obtiene el costo por metro lineal actual el cual corresponde a 154 colones.

$$\frac{₡94.262,81}{1,025 * 1000} = ₡154$$

3. Se evalúa la opción de tres posibles costos por ml lo cuales corresponden a:

- ₡150
- ₡125
- ₡100

Costo por metro lineal transportado

Este costo se subdivide en costo trasladado en lastre y costo trasladado en pavimento. Primeramente, se tomó como referencia los datos obtenidos de lo que usualmente se transportan los contratistas al día, por tipo de maquinaria y tomando en cuenta las distintas

fincas, se obtuvo un promedio y se calculó la varianza de los datos entre sí, para obtener datos más acordes a la realidad.

Seguidamente como ejemplo se detallará el cálculo de los tiempos trasladados en lastre y pavimento, para la actividad de recuperación de material en las niveladoras. Los demás se dejarán explícitos los resultados en tablas resumen.

Costo de tiempos trasladados en lastre

1. Se realiza una relación entre lo que se paga actualmente por el tiempo trabajado, las horas consumidas y el tiempo de traslado, obteniéndose con el procedimiento el costo que actualmente se está pagando por el metro lineal.

- Tiempo traslado promedio = 0,47 h
- Tiempo trabajado promedio = 3,37
- Pago promedio de tiempo trabajado por día = ₡94.263
- Pago promedio de tiempo trasladado por día = ₡13.129

$$\frac{0,47}{3,37} = \frac{X}{94263}$$

$$X = 13129$$

2. La distancia que se traslada se obtiene de aplicar la fórmula de la velocidad y se realiza el despeje:

$$\begin{aligned} \text{Velocidad} &= \text{distancia} / \text{hora} \\ \text{Distancia} &= \text{Velocidad} * \text{hora} \end{aligned}$$

La velocidad se obtiene de los límites que la empresa impone a los conductores de maquinaria pesada, ya sea para las máquinas propiedad de PINDECO. S.A. Así como las contratadas a empresas privadas, los cuales corresponden a:

- Camino de lastre: 25-30 km/h.
- Camino de pavimento: 40-50 km/h.

Se considera la velocidad máxima más crítica en lastre.

- Velocidad = 25 km/h.

3. Se obtienen los kilómetros y metros avanzados usualmente por día en

lastre, lo que incorpora avances dentro de las fincas como de entrada y salida.

$$0,47 \text{ h} * 25 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 11,75 \text{ km}$$

$$11,75 * 1000 = 11750 \text{ m}$$

4. A partir de los metros anteriormente calculados y el costo que representa actualmente el traslado se obtiene el costo por metro lineal que corresponde a ₡1,12 colones por metro avanzado.

$$\frac{13129}{11750} = 1,12$$

5. Se le otorga a la empresa 3 opciones de precio recomendado para el pago del día de traslado sobre lastre, en las cuales se le aplican un cierto porcentaje de rebajo al pago que, actualmente se paga de manera indirecta, al pagar por metro lineal:

- Un 75% menos aplicado.
- Un 50% menos aplicado.
- Un 25% menos aplicado.

$$₡1,12 * 0,75\% = 0,84$$

$$₡1,12 * 0,50\% = 0,56$$

$$₡1,12 * 0,25\% = 0,28$$

$$₡11750 * 0,84 = ₡ 9847,10$$

$$₡11750 * 0,56 = ₡ 6564,73$$

$$₡11750 * 0,28 = ₡ 3282,37$$

Costo de tiempos trasladados en pavimento

Basado en el cuadro 2, para asfalto y llantas de hule de baja presión se tiene una resistencia al rodamiento de 25-30 kg/ton y para tierra compactada de 25-35 kg/ton, quedando en evidencia una diferencia de 5% de una con respecto a la otra. Por lo que se analiza la opción de rebajar la misma cifra porcentual al costo ya que esto significa el impedimento que sufren al rodar.

6. Cálculo del 5% del costo de traslado en lastre.

$$₡ 9847,10 * 5\% = ₡ 492,35$$

$$₡ 6564,73 * 5\% = ₡ 328,24$$

$$₡ 3282,37 * 5\% = ₡ 164,12$$

7. Rebajo de 5% calculado anteriormente

$$₡ 9847,10 - ₡ 492,35 = ₡ 9354,74$$

$$₡ 6564,73 - ₡ 328,24 = ₡ 6236,489$$

$$₡ 3282,37 - ₡ 164,12 = ₡ 3118,25$$

Debido a que la resistencia al rodamiento presenta mayor criticidad que la resistencia a la pendiente, se toma en cuenta la primera para la afectación de los costos de traslado.

Si ocurriera el caso de que la maquinaria se trasladara en pavimento más de los 11,75 km con lo que se realizaron los cálculos. El monto aumentaría un 25% por cada 10 km extra, un control que el chequeador deberá verificar con el kilometraje o con las distancias establecidas en las señales de información colocadas a lo largo de la carretera.

Costo por excedentes y contratiempos

En el caso de las niveladoras se pueden identificar como contratiempos y que se salen del control del operario, el paro de la máquina debido a un paso vehicular de camiones, carros, autobuses entre otros. Que en calles públicas puede llegar a consumir durante un día un de máximo 15 minutos.

Este tiempo se obtuvo de mediciones reales en campo, en las que se cronometra los tiempos de interrupción.

Se recomienda pagar un excedente en costo, que cumpla una relación con el tiempo trabajado. Este costo se aplica a trabajos en las calles públicas.

Se realiza una relación entre lo que se paga actualmente por el tiempo trabajado, las horas consumidas y el tiempo de traslado, obteniéndose con el procedimiento el costo que actualmente se está pagando por el metro lineal.

Se recomienda pagar un monto global al día de ₡6984 si se trabaja en calles públicas.

- Tiempo contratiempos promedio = 0,25 h.
- Tiempo trabajado promedio = 3,37 h.
- Pago promedio de tiempo trabajado por día = ₡94.263.
- Pago promedio de contratiempo por día = ₡6984.

$$\frac{0,25}{3,37} = \frac{X}{94263}$$

$$X = 6984$$

Cálculos justificativos de costos

Se procederá con los cálculos justificativos para las tres recomendaciones de pagos de tiempos trasladados y trabajados para la actividad anteriormente mencionada.

El análisis de un tramo de 800 metros, obtenido con las siguientes condiciones:

- Pendiente: 15°.
- Temperatura: 34° C.
- Material del terreno: Lastre.
- Dureza del terreno: Alta.
- Finca: Buenos Aires.
- Calle: privada.
- Maquina: Niveladora Nio champion 710^a.
- Clima: Soleado.

El pago actual por ese día de trabajo se obtiene de multiplicar el tiempo trabajado más el traslado que actualmente representa un solo tiempo por el costo de la hora actual de la niveladora. Este será el costo con el que se realizarán las comparaciones de los costos. Y corresponde a ₡115.451,57 por el día específico de trabajo.

$$(3,5 + 0,47) * ₡29.081 = ₡115.451,57$$

- 1) Para un costo por metro lineal de ₡125 colones:

- Costo trabajado por ml:
 $₡125 * 800m = ₡100000.$
- Costo trabajado por ml + costo trasladado lastre (75%):
 $₡100000 + ₡9847,10 = ₡109.847,10.$
- Costo trabajado por ml + costo trasladado lastre (50%):
 $₡100000 + ₡6564,73 = ₡106565.$
- Costo trabajado por ml + costo trasladado lastre (25%):
 $₡100000 + ₡3282,37 = ₡103282.$

- 2) Para un costo por metro lineal de ₡100 colones:

- Costo trabajado por ml:

$$₡100 * 800 m = ₡80000.$$

- Costo trabajado por ml + costo trasladado lastre (75%):
 $₡80000 + ₡9847,10 = ₡89847,10.$
 - Costo trabajado por ml + costo trasladado lastre (50%):
 $₡80000 + ₡6564,73 = ₡86565.$
 - Costo trabajado por ml + costo trasladado lastre (25%):
 $₡80000 + ₡3282,37 = ₡83282.$
- 3) Para un costo por metro lineal de ₡150 colones:
- Costo trabajado por ml:
 $₡150 * 800 m = ₡120000.$
 - Costo trabajado por ml + costo trasladado lastre (75%):
 $₡120000 + ₡9847,10 = ₡129847,10.$
 - Costo trabajado por ml + costo trasladado lastre (50%):
 $₡120000 + ₡6564,73 = ₡126565.$
 - Costo trabajado por ml + costo trasladado lastre (25%):
 $₡120000 + ₡3282,37 = ₡123282.$

Costo por metro cúbico

El costo por pagar en metro cúbico resulta en la suma de los costos involucrados:

- El tiempo trabajado.
- El tiempo traslado.
- Excedentes y contratiempos.

Costo por metro cúbico trabajado

El costo por metro cúbico se aplica a las excavadoras en las tareas de excavación de zanjas y recava de canales. Se obtiene del promedio de la sumatoria de las muestras de costos pagados al día entre los metros cúbicos trabajados por día.

En el caso de la recava de canales que como actividad se subdivide en 3 tareas que corresponden a recava, andén y dupling, se realiza la suma de las horas de cada actividad y se promedia el resultado que brindan los distintos lotes para obtener un costo por m³ de cada finca, posteriormente, se realiza un

promedio general de las fincas para obtener un m³ general. Por lo que en el costo recomendado del metro cúbico se incorporan los costos que conllevan las actividades secundarias relacionadas a la actividad.

Costo por metro cúbico transportado

Este costo se subdivide en costo trasladado en lastre y costo trasladado en pavimento.

Costo de tiempos trasladados en lastre

La velocidad se obtiene de los límites que la empresa impone a los conductores de maquinaria pesada de orugas, ya sea para las máquinas propiedad de Pindeco. S.A. Así como las contratadas a empresas privadas, los cuales corresponden a:

- Camino de lastre: 10-15 km/h.

Se considera la velocidad máxima más crítica en lastre.

- Velocidad = 10 km/h.

Costo de tiempos de trasladado en pavimento

Basado en el cuadro 2, para asfalto y orugas se tiene una resistencia al rodamiento de 30-35 kg/ton y para tierra compactada de 30-40 kg/ton, quedando en evidencia una diferencia de 5% de una con respecto a la otra. Por lo que se analiza la opción de rebajar la misma cifra porcentual al costo ya que esto significa el impedimento que sufren al rodar.

Debido a que la resistencia al rodamiento presenta mayor criticidad que la resistencia a la pendiente, se tomara en cuenta la primera para la afectación de los costos de traslado.

Costo por excedentes y contratiempos

En el caso de las excavadoras se pueden identificar como contratiempos y que se salen del control del operario, la aparición de grandes piedras durante la actividad de excavación de la

zanja. Durante el muestreo se identificó el tiempo y aproximadamente los m³ de excavación, de la labor que conlleva remover o girar una roca.

Características de la roca:

- Diámetro: 6 m.
- Volumen esfera: $\pi * r^2$
 $V = \pi * 3^2$
 $V = 28,26 m^3$

Características de la zanja:

- Largo:8.
- Ancho:8.
- Alto:7.

Volumen:448 m³.

Total, m³ excavados:

$$\text{Volumen zanja} - \text{Volumen piedra} \\ 448 m^3 - 28,26 m^3 = 419,74 m^3$$

Pago del m³ del día con presencia de grandes piedras:

- Tiempo consumido: 6 horas.
- Volumen: 419 m³.
- Costo actual de maquinaria: ₡30258/hora.
- Costo pagado: ₡30.258,00 * 6 h = ₡181.548,00
- Costo por metro lineal:

$$\frac{₡181.548,00}{419m^3} = ₡433,29$$

Por lo que se utilizara ₡435 colones, para el pago del m³ en caso de aparición de piedras de gran tamaño.

$$₡435 * 419,74 m^3 = ₡182.856,90$$

Para el pago de una piedra de tamaño pequeño medio se le pagara un 5% del monto de una piedra de gran tamaño.

$$₡182.856,90 * 0,05 = ₡9142,85$$

Para el pago de una piedra de tamaño medio se le pagara un 15% del monto de una piedra de gran tamaño.

$$₡182.856,90 * 0,15 = ₡27428$$

Se recomienda pagar un monto global al día de ₡182.856,00 si se presenta una piedra de gran tamaño durante la ejecución. Y de ₡9.142,85 si se presenta una piedra de tamaño pequeña, y

de ₡27.428 si se presenta una piedra de tamaño mediana.

Se pueden identificar, además, el paro de la máquina debido a un paso vehicular de camiones, carros, autobuses entre otros. Que en calles públicas puede llegar a consumir durante un día un de máximo 15 minutos.

Se recomienda pagar un excedente en costo, que cumpla una relación con el tiempo trabajado. Este costo se aplica a trabajos en calles públicas.

Se realiza una relación entre lo que se paga actualmente por el tiempo trabajado, las horas consumidas y el tiempo de traslado, obteniendo con el procedimiento el costo que actualmente se está pagando por el metro lineal.

Se recomienda pagar un monto global al día de ₡6984 si se trabaja en calles públicas.

- Tiempo contratiempos promedio = 0,25 h.
- Tiempo trabajado promedio = 6,44 h.

- Pago promedio de tiempo trabajado por día = ₡195647.
- Pago promedio de contratiempo por día = ₡7594,99.

$$\frac{0,25}{6,44} = \frac{X}{195647}$$

$$X = ₡6984$$

Estos datos se obtuvieron de mediciones reales en campo. Se recomienda pagar un excedente en costo, que cumpla una relación con el tiempo trabajado.

Se realiza una relación entre lo que se paga actualmente por el tiempo trabajado, y los m3 excavados obteniendo con el procedimiento el costo que se debe pagar por la proporción de tiempo que afecta la maquinaria.

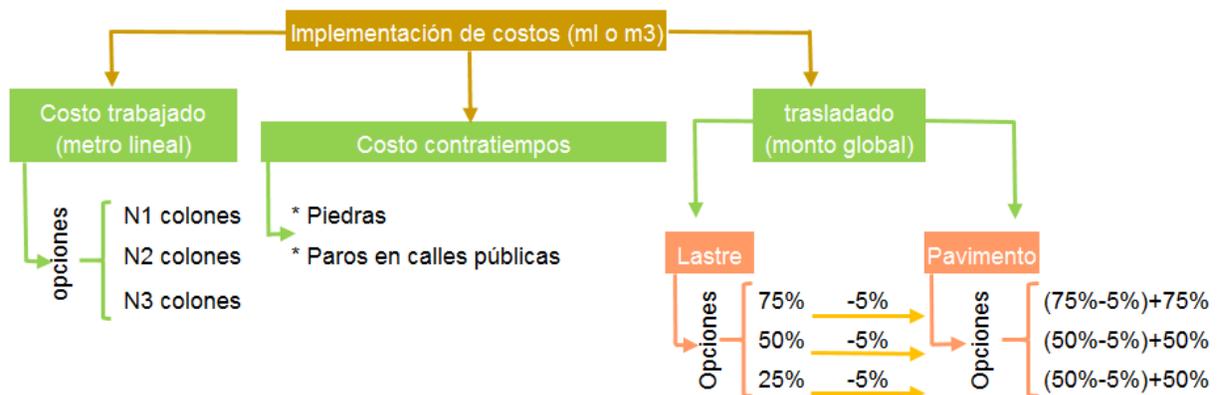


Figura 77. Esquema representativo de la implementación de costos. Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018).

CUADRO 57. COSTOS RECOMENDADOS PARA ZANJEO-INSTALACIÓN DE TUBERÍA EN EXCAVADORAS			
Tiempo trabajado			
Opciones de costo por metro cúbico	₡ 2.200,00	₡ 2.100,00	₡ 2.000,00
Tiempo de traslado			
Opciones de costo global	Lastre (máx. 5km)		Lastre (máx. 15 km)
75%	₡ 10.710,45	₡	13.388,06
50%	₡ 7.140,30	₡	8.925,37
25%	₡ 3.570,15	₡	4.462,69

Tiempo de excedente o contratiempo	
Calles públicas	₡7.595
Piedra tamaño: grande	₡182.856
Piedra tamaño: mediana	₡27.428
Piedra tamaño: pequeña	₡9.143

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 58. COSTOS RECOMENDADOS PARA RECAVA DE CANALES EN EXCAVADORAS			
Tiempo trabajado			
Opciones de costo por metro cúbico	₡ 400,00	₡ 375,00	₡ 350,00
Tiempo de traslado			
Opciones de costo global	Lastre (máx. 5km)	Lastre (máx. 15 km)	
75%	₡ 10.674,75	₡ 13.343,44	
50%	₡ 7.116,50	₡ 8.895,62	
25%	₡ 3.558,25	₡ 4.447,81	
Tiempo de excedente o contratiempo			
Calles públicas	₡7.595		
Piedra tamaño: grande	₡182.856		
Piedra tamaño: mediana	₡27.428		
Piedra tamaño: pequeña	₡9.143		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 59. COSTOS RECOMENDADOS PARA RASPADO EN NIVELADORAS			
Tiempo trabajado			
Opciones de costo por metro lineal	₡ 120,00	₡ 110,00	₡ 100,00
Tiempo de traslado			
Opciones de costo global	Lastre	Pavimento (máx. 10km)	Pavimento (máx. 20km)
75%	₡ 10.251,07	₡ 10.763,63	₡ 13.454,53
50%	₡ 6.834,05	₡ 7.175,75	₡ 8.969,69
25%	₡ 3.417,02	₡ 3.587,88	₡ 4.484,84
Tiempo de excedente o contratiempo			
Calles públicas	₡6.984		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 60. COSTOS RECOMENDADOS PARA CUNETEO Y REPARACIÓN DE CALZADA EN NIVELADORAS			
Tiempo trabajado			
Opciones de costo por metro lineal	₡ 150,00	₡ 145,00	₡ 140,00
Tiempo de traslado			
Opciones de costo global	Lastre	Pavimento (máx. 10km)	Pavimento (máx. 20km)
75%	₡ 10.095,57	₡ 10.600,35	₡ 13.250,44
50%	₡ 6.730,38	₡ 7.066,90	₡ 8.833,62
25%	₡ 3.365,19	₡ 3.533,45	₡ 4.416,81
Tiempo de excedente o contratiempo			
Calles públicas	₡6.984		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 61. COSTOS RECOMENDADOS PARA RECUPERACIÓN DE MATERIAL EN NIVELADORAS			
Tiempo trabajado			
Opciones de costo por metro lineal	₡ 155,00	₡ 150,00	₡ 125,00
Tiempo de traslado			
Opciones de costo global	Lastre	Pavimento (máx. 10km)	Pavimento (máx. 20km)
75%	₡ 9.535,94	₡ 9.059,14	₡ 11.323,93
50%	₡ 6.357,29	₡ 6.039,43	₡ 7.549,29
25%	₡ 3.178,65	₡ 3.019,71	₡ 3.774,64
Tiempo de excedente o contratiempo			
Calles públicas	₡6.984		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 62. COSTOS RECOMENDADOS PARA CONFORMACIÓN EN NIVELADORAS			
Tiempo trabajado			
Opciones de costo por metro lineal	₡ 250,00	₡ 230,00	₡ 200,00
Tiempo de traslado			
Opciones de costo global	Lastre	Pavimento (máx. 10km)	Pavimento (máx. 20km)
75%	₡10.432,89	₡ 9.911,24	₡ 12.389,06
50%	₡ 6.955,26	₡ 6.607,50	₡ 8.259,37
25%	₡ 3.477,63	₡ 3.303,75	₡ 4.129,69
Tiempo de excedente o contratiempo			
Calles públicas	₡6.984		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018)

CUADRO 63. COSTOS RECOMENDADOS PARA LASTREO EN NIVELADORAS

Tiempo trabajado			
Opciones de costo por metro lineal	₡ 400,00	₡ 390,00	₡ 395,00
Tiempo de traslado			
Opciones de costo global	Lastre	Pavimento (máx. 10km)	Pavimento (máx. 20km)
75%	₡10.251,05	₡ 9.738,50	₡ 12.173,12
50%	₡ 6.834,04	₡ 6.492,33	₡ 8.115,42
25%	₡ 3.417,02	₡ 3.246,17	₡ 4.057,71
Tiempo de excedente o contratiempo			
Calles públicas	₡6.984		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

CUADRO 64. COSTOS RECOMENDADOS PARA RIPIADO EN NIVELADORAS

Tiempo trabajado			
Opciones de costo por metro lineal	₡ 345,00	₡ 340,00	₡ 330,00
Tiempo de traslado			
Opciones de costo global	Lastre	Pavimento (máx. 10km)	Pavimento (máx. 20km)
75%	₡ 10.174,00	₡ 9.665,00	₡ 12.209,00
50%	₡ 6.783	₡ 6.444,00	₡ 8.139,00
25%	₡ 3.391	₡ 3.222,00	₡ 4.070,00
Tiempo de excedente o contratiempo			
Calles públicas	₡6.984		

Fuente. Elaborado por la autora, (2018).

Análisis de Resultados

El primer resultado obtenido del presente trabajo expone la importancia de incluir un nuevo diseño de hojas de verificación de rendimientos para las niveladoras y excavadoras de la empresa, en las que se incorporen los aspectos y factores que pueden ser aplicados a las actividades de mantenimiento de caminos para asegurar mayores rendimientos, y garantizar un mejor control de los costos de los trabajos realizados.

Se crearon nuevas y mejoradas plantillas con respecto a las elaboradas al inicio para la toma de datos donde se encuentran en los anexos, con la intención de ser una herramienta que facilite el desarrollo de los informes, para un mayor control de las jefaturas.

Durante el muestreo, los chequeadores que son las personas encargadas de controlar y anotar el trabajo diario de los equipos mostraron dudas con algunos de los ítems que contenía dicha hoja. Por lo que se procedió a realizar algunos cambios, como lo fue el apartado de la pendiente en el que se les solicitaba anotar el porcentaje de esta, lo cual se dificultó debido a su desconocimiento topográfico, por lo cual en el desarrollo del proyecto se optó por modificarlo a una simbología práctica:

- PP: Pendiente pronunciada.
- PM: Pendiente media.
- PB: Pendiente baja.
- SP: Sin pendiente.

Al recurrir a un análisis se logra identificar que la pendiente no cambia en gran medida el resultado, y esto se verifica durante visitas al campo en las que se mide con cronómetro una muestra diaria de 3 tramos de 100 metros en distintas condiciones por la misma máquina. La variación de un tramo sin pendiente a un tramo con una pendiente de 30° solo corresponde a un par de minutos, por lo que se descarta la opción de mantener el ítem.

El apartado de la humedad origina confusión por no comprender bien el concepto y cabe resaltar que antes de iniciar la toma de datos se les asesora y capacita para su llenado. El ítem de temperatura se elimina debido a que era muy impreciso, ya que no poseen

termómetro. Se opta por excluir el tipo de material debido a que el análisis demuestra que no se varía en el tipo de material.

Para el caso de las hojas de verificación para niveladoras se agrega una nueva actividad el lastreo que no se encontraba incluida en la hoja anterior.

Las hojas de las excavadoras se subdividieron en dos, una para la actividad de zanjeo y otra para la recava de canales. Se agregan los ítems de volumen, ancho, profundidad de la zanja y del tamaño de boca, plan y corte que representa la altura del sedimento en canales.

Se procede con el cálculo de rendimientos teóricos y reales para ciertas actividades que contienen la mayor importancia y costos de ejecución. Los datos reales se toman durante visitas al campo y se obtienen gracias a la colaboración de los chequeadores de la compañía. Estos fueron calculados con factores de ajuste como lo son: factor de hinchamiento del material y resistencias que oponen las máquinas. Además, se toma una muestra significativa para cada labor para aumentar el nivel de confianza, reducir la desviación estándar y obtener una muestra significativa y real.

Es claro que estos rendimientos obtenidos son específicos para cada actividad, maquinaria y para cada empresa, dependiendo del sector de especialización de esta.

En la comparación de los datos reales y teóricos se obtiene que las niveladoras son las que presentan el menor rendimiento y las de mayor diferencia porcentual con respecto a los datos teóricos, la actividad de lastreo es la más crítica con una diferencia porcentual de 66% contra los resultados esperados, esto se debe principalmente por la frecuencia en que se supe el material. Y en general al contemplar la totalidad de las actividades de las niveladoras se obtiene un promedio porcentual de 63,24%. Como diferencia las excavadoras se acercan a los datos esperados con una diferencia promedio de 12,33%. La actividad con el mayor

rendimiento esperado es la recava de canales con un 1,05% respecto al esperado.

Se obtiene una herramienta con la cual se posee el conocimiento de las actividades a ejecutar por la maquinaria en estudio, los tiempos, de una forma rápida y fácil de consultar como lo son las tablas de resumen de rendimientos.

Al realizar el cálculo de rendimientos, un objetivo importante que se tuvo presente a lo largo de la elaboración del trabajo fue proponer mejoras que se ajustaran a las necesidades de la compañía. Por esto se proponen varias de ellas, entre las cuales sobresalen:

- Cambio del pago.
- Implementación de nuevas herramientas.
- Incorporación de accesorios.
- Integración de rubros de pago a las Licitaciones.

El cambio del pago de los trabajos realizados por las niveladoras y excavadoras de hora a metros lineales o metros cúbicos, con lo cual se logra mejorar los rendimientos al reducir tiempos muertos o desperdicios por parte del operador. Debe también entenderse que el tema del cambio de metodología de pago para la maquinaria en estudio no solo contempla el aspecto del tiempo estrictamente trabajado, sino también involucra los tiempos en el que la máquina se traslada de un punto a otro dentro de la finca o fuera de ella, además se incluyen los tiempos no contributivos que se salen del control del operador.

Al implementar el nuevo sistema de pagos entra un factor de mucha importancia: la calidad. Por lo que se debe contar en obra con personal capacitado para velar por la calidad con que se realizan los trabajos, en el caso de la compañía esta asigna a un chequeador el llevar el control del avance, horas consumidas, y la verificación de la calidad.

Esta labor de chequeo se vuelve relevante debido a que se desea incorporar este nuevo sistema de pagos, por lo cual se debe contar con la confianza de una persona que verifique un avance real acorde a los estándares aplicados antes de implementar el nuevo programa, ya que la incorporación del sistema puede ocasionar que los operadores de la maquinaria pesada tiendan a apresurarse por obtener o realizar más deprisa el trabajo, para así avanzar mayor distancia durante el día y esto en muchos casos ocasionaría baja calidad en los trabajos terminados.

El control de la calidad tiene su espacio importante dentro del control de costos, porque las obras realizadas con calidad baja representan altos costos en correcciones, traslados y pérdidas de tiempo, entre otros factores. Para realizar labores de calidad se debe contar con la planificación, organización y coordinación adecuada, lo cual sustenta la economía de la empresa.

En el buen control no solo se necesitan personas en oficina que estén llevando control de producciones, rendimientos, costos, planificaciones, sino que también el control de costos debe comenzar en el campo. En el sitio de ejecución de las actividades se debe contar con una o varias personas del departamento de ingeniería encargadas del análisis y documentación de las condiciones con que se realizan las actividades.

Existen labores que se salen del control y que no son medidos en metros lineales o metros cúbicos, como lo son los que implican la planta empacadora en la que se forman baches por el constante arribo de camiones de carga, los loading (estaciones de carga provisionales), tomas de agua y trabajos varios, para lo cual se recomienda pagar un monto global que se puede obtener un % de las horas que conlleva un trabajo típico de un día, o realizar la excepción y pagar por horas debido a la enorme varianza y tiempos que representan estas actividades, estos trabajos no son usuales, durante el tiempo de análisis (3 meses), se presentaron 3 intervenciones.

Estos espacios no son constantes y no mantienen el mismo diseño y medidas por lo que no se puede contemplar un costo por m² por esas áreas.

La implementación de nuevas herramientas de trabajo como lo es el odómetro para facilitar las mediciones de largas distancias con menos márgenes de error para el chequeador o el que realice la medición.

Si se planea realizar los pagos por metros lineales en el caso de la niveladora, la forma de medición resulta muy importante debido a que el equipo labora en un solo tramo de camino hasta 2 km, lo que dificulta las mediciones con la herramienta actual que poseen en campo, la cual es la cinta métrica de 30 m o 60 m.

Otra alternativa es la solicitud para incorporación de accesorios en las máquinas de la empresa privada, como lo es un kilometraje para controlar las distancias, y de GPS para realizar un control estricto por parte de la

compañía con el fin de analizar eventualidades o datos atípicos.

La integración a las licitaciones para la contratación de niveladoras de un nuevo accesorio: Las cuchillas con stinger, necesarias para ahorrar tiempos durante la época de junio a diciembre. Este tiempo es debido a que, durante la época de verano transcurrida en los primeros meses del año, el departamento de ingeniería civil le realiza préstamos de maquinaria al departamento de ingeniería agrícola. Como agricultura realiza trabajos dentro de la zona de cultivo, la cuchilla adecuada para esos tipos de labores es la lisa. Además de ello, un cambio de cuchilla demora cuatro horas al día, lo que repercutiría en los trabajos desencadenando atrasos.

Es evidente que en este tema los factores que afectan el rendimiento funcionan como una guía, por tanto, estos marcan los hábitos a corregir para el establecimiento de procedimientos más adecuados.

Seguido de esto, con la aplicación de consultas a operarios, chequeadores y coordinadores de maquinaria se recolecta información valiosa, la cual se analiza con una tabla comparativa, y demuestra de forma sencilla los principales problemas que afectaban a los conductores.

Se evidencia que la antigüedad y calidad del mantenimiento juega un papel fundamental en el deterioro y pérdida de capacidad de las niveladoras, tal es el caso de fallas en los equipos durante la toma de datos en los que se forzaba a la máquina y al no estar acostumbrada al ritmo sufría fallas, como la quiebra de pistones y mangueras. Con el diagnóstico realizado se expone la importancia de establecer de forma periódica actividades de mantenimiento preventivo con la incorporación de hojas mejoradas de mantenimiento para la compañía y las empresas privadas.

En resumen, para un aumento en los rendimientos y una adecuada implementación de costos es necesario que la compañía posea un estudio de los rendimientos actuales, además, de identificar los factores que afectan los rendimientos, para así conocer los datos reales y con ello proporcionar los costos tomando en cuenta los distintos tiempos de la máquina y como punto final se proponen mejoras para mantener y garantizar la competitividad y productividad de las maquinarias ante los cambios, y la necesidad prevaleciente de la compañía por seguir creciendo y aumentando su rendimiento y calidad.

Conclusiones

- Se logra identificar que la niveladora es relevante para la empresa en múltiples tareas de mantenimiento de caminos, y la excavadora esencial para grandes movimientos de tierra y labores anexas. Por lo que se seleccionaron como la maquinaria por analizar, tomando en cuenta el juicio de los expertos.
- Se logra analizar las actividades de excavación de zanjas y canales para el caso de las excavadoras y de lastreo, raspado, ripiado, recuperación de material, conformación, cuneteo y reparación de calzada para el caso de las niveladoras. Se seleccionan debido a la importancia y los costos que involucran.
- Se logra determinar los principales factores y tiempos que afectan los rendimientos en la empresa. Se brindan acciones correctivas para cada tipo de problema identificado.
- Se logra medir los rendimientos para las distintas máquinas en las diversas actividades predeterminadas y a partir del estudio se pudo determinar que los rendimientos arrojados por las máquinas corresponden a datos puntuales o particulares, según la actividad a la que se somete la máquina. Esto se debe a que las actividades discrepan unas de otras en su manera de ejecutarlas, es decir si una máquina desarrolla actividades distintas con mayor grado de concentración que otro equipo, estos nunca arrojarán valores iguales a la hora de estimar dichos rendimientos, como si lo hacen los métodos que utilizan formulas y gráficas.
- Se realiza el cálculo de costos por metro lineal y metro cúbico a partir de los datos medidos in situ, se brindaron diferentes propuestas y recomendaciones de pago para que la compañía decida cual resulta más conveniente según los requerimientos buscados. Se logra establecer mecanismos sencillos para el control de costos de las actividades en ejecución.
- Durante el desarrollo de la práctica profesional se logra implementar metodologías para la toma de datos en el campo por medio del diseño de hojas de verificación. Se elaboran una serie de propuestas de acciones correctivas para mitigar las causas que provocan dichos problemas y así obtener mejores rendimientos en la maquinaria estudiada. Se desarrollan procedimientos de mejora para obtener un aumento en los rendimientos
- La tabla de rendimientos de maquinaria pesada solo es aplicable para las actividades o ítems estudiados en el presente documento, ya que, según el tipo de trabajo al que se someta la máquina así variará su rendimiento. Sin embargo, puede ser un punto de referencia para actividades similares a las expuestas en el estudio.
- A partir de ahora se presupuesta y crean cronogramas teniendo un punto de referencia en esta tabla, ajustando a la realidad de los tiempos, recursos humanos y equipos para volverlos más eficientes en su labor optimizando costos operativos, evitando desperdicios de tiempo y gastos prematuros de los equipos. Se establecen controles diarios de avance de obra más rigurosos esperando mayores utilidades.
- En general es más barato raspar que cuneteo y reparar calzada, se obtiene mayor producción por raspado con

slings. Se puede lograr mejor conveniencia y versatilidad del equipo, así como mayor seguridad en la operación, cuando se puede desgarrar un material que cuando se tiene que cunetear y reparar calzada.

- Una interpretación acertada de los datos recolectados da origen a la identificación de las pérdidas y al impacto hallado en los rendimientos, los indicadores de medición de la productividad hacen posible que las mejoras sean visibles si se aplican los cambios recomendados. Y lograr decisiones en campo para aumentar la productividad de los frentes de trabajo.
- El documento establece los criterios de escogencia del equipo a utilizar según la finca en que se trabaje, de igual manera da una pequeña guía del tipo de equipo necesario según las condiciones del sitio.
- La experiencia adquirida durante el tiempo de estancia en la compañía PINDECO. S.A. permite comprender de mejor manera los procesos en que se encontraban involucradas las niveladoras y excavadoras.

Recomendaciones

- Se recomienda utilizar la tabla para medición de rendimientos de niveladora y excavadoras debido a las variables que incorpora, que resultan útiles para llevar un mejor control y conocimiento de los trabajos realizados por las maquinarias en las diferentes fincas de la compañía.
- Se recomienda contar con chequeadores de maquinaria privada de confianza y responsables. Para evitar fraude o discordancia con las cantidades de trabajos realizadas.
- Solicitar a las empresas adjudicadas de licitaciones futuras, que, en el caso de las niveladoras, las cuchillas posean stingers, debido al ahorro y aumento de rendimientos obtenidos con estas. Asimismo, las cuchillas lisas tienden a gastarse con mayor rapidez, lo que resulta en la necesidad de cambiarla cada 3 meses, los slingers poseen una mayor resistencia al deterioro, y los cambios necesarios serán en el caso de pérdida de alguno de los tornillos o piezas que son reemplazables. Y el costo de las piezas de la cuchilla con stinger se adjuntan el anexo. Al mismo tiempo, de un kilometraje para controlar las distancias, y de GPS para realizar un control estricto por parte de la compañía con el fin de analizar eventualidades o datos atípicos.
- Velar en todo momento para que el equipo que se alquila se encuentre en buenas condiciones y no represente pérdidas de tiempo por averías.
- En definitiva, la compañía debe "permitir realizar las cosas", esto es, proporcionar todos los elementos necesarios para que se puedan ejecutar en forma eficiente los trabajos. Para que las empresas de maquinaria privada no pierdan tiempo en esperas originadas por la compañía, y no se atrasen en la realización de los trabajos.
- La compañía debe entregar capacitación al personal para que tengan un concepto claro de cómo realizar las actividades, y para que estos puedan desempeñar sus labores de mejor manera y contribuyan al mejoramiento de los rendimientos por medio de la calidad de los resultados.
- Equipar a los chequeadores con un odómetro para llevar un mejor control de las distancias trabajadas. Esto facilita las mediciones por parte de estos y exenta las equivocaciones que podrían causarse por métodos más rudimentarios como una cinta métrica. En este aparato solo se han encontrado ventajas, ya que es un aparato con una gran precisión a la hora de medir superficies y con él se pueden medir zonas con desniveles y curvas. Es importante que se sigan las instrucciones de cómo utilizarlo para que no hallan alteraciones en los datos ni duda por parte del chequeador:
 1. Se coloca el cuenta vueltas y la rueda a 0.
 2. Se avanza en línea recta con la rueda a lo largo de la longitud que queremos medir.
 3. Para finalizar lo que se tiene que observar es el número que nos da el cuenta vuelta y la medida que nos marca la rueda.
- Se recomienda en calles donde no se necesario la recuperación de material, y que solo deba ser interferida por causa de desviaciones en la calzada como huecos, realizar el procedimiento perteneciente a ripiado, esto debido a su rápida intervención y buen resultado.

- Toda excavación debe estar señalada perimetralmente. Prevenir en todo momento la irrupción de agua y materiales en la zona de trabajo. Los niveles, dimensiones y profundidades de las excavaciones deben estar debidamente indicados en el sitio. En excavaciones con suelos blandos se deberá considerar el sistema de ademes. En caso de contar con exceso de agua y que la misma invada los niveles de desplante será necesario el uso de una bomba para abatirla.
- Una recomendación sobre el control de los costos de imprevistos es la alerta por medio de fotografías y entra a caer el criterio del ingeniero a cargo. Se debe llevar control de costos diarios de las actividades para realizar correcciones a tiempo.
- Es indispensable el uso de equipo personal de seguridad esto por los posibles riesgos a los que se exponen.
- Se realiza un manejo de aguas en las zonas de las excavaciones, así se evitan paros en el ciclo de los equipos, además es importante mencionar que, sin un buen manejo de las aguas, los sedimentos que transporta terminan en cualquier lado, lo cual no es adecuado.
- Se recomienda ubicar a las máquinas de mayor potencia en las fincas de mayor altitud para así evitar pérdidas significativas y equiparar los trabajos que realicen las máquinas de manera más equitativa.
- Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo la empresa debe solicitarles a los proveedores capacitar a los técnicos en temas como, lubricantes, grasas, soldadura, filtros, mangueras, marcas, tipos y manejos de acuerdo con las aplicaciones que enfrentan las maquinarias en el taller. Además, es importante brindar información y capacitación a todo el personal del taller, tanto técnicos como operarios, sobre las medidas de seguridad, cuidados y advertencias que se deben acatar en los equipos
- Es de vital importancia que este estudio siga ampliando el conocimiento particular de los rendimientos de maquinarias pesada, abarcar más actividades o ítem para ser medidos, abarcar más equipos y obtener una base de datos completa y si se quiere incluir o contemplar algunas variables que pueden afectar los rendimientos en un obra como pueden ser las condiciones de la obra entre los cuales se puede citar: la topografía y el clima y que se ajusten no solo las condiciones de la obra sino también las condiciones de administración como lo es el estado de la máquina.
- Es interesante hacer notar que, aunque los encargados tienen la posibilidad de mejorar el trabajo no contributivo, disminuyendo en parte las ineficiencias, no tienen capacidad de decisión sobre las causas que lo originan. Al realizar una buena supervisión en los procesos y actividades, se evitarían pérdidas por rehacer trabajos; también lo anterior se consigue con una buena planificación a nivel de cuadrilla. Por lo que se recomienda capacitar a los supervisores, chequeadores, operadores y coordinadores de maquinaria en algunas de las siguientes áreas:
 - Técnicas de planificación.
 - Técnicas de programación.
 - Seguridad en obra.
 - Control de materiales.
 - Dirección y motivación del personal.
 - Organización del trabajo.
 - Relaciones humanas.
 - Técnicas de comunicación.
 - Métodos de mejoramiento del trabajo.
- Se recomienda una mayor supervisión de parte de los encargados de maquinaria para evitar los tiempos muertos. Se recomienda realizar charlas con mayor frecuencia entre los operadores de las actividades y los ingenieros, en donde se promuevan temas como el trabajo en equipo, y así mejorar la productividad

- Por último, la actitud de las personas frente a su trabajo es de vital importancia y, por lo tanto, tiene una inmensa influencia en los resultados obtenidos de parte del personal en obra. Aquellas actitudes personales positivas para el trabajo se deben incentivar, para lograr la mayor dedicación del personal y obtener un alto rendimiento de parte de ellos.

Apéndices

Los apéndices que se presentan en esta sección contienen información de apoyo para el entendimiento de este documento, misma que ha sido preparada por la autora. Se muestra en un orden cronológico y consecuente al contenido del texto, según se especifica a continuación:

- Apéndice 1: Hoja inicial de verificación para la toma de datos en campo utilizada para el análisis de los rendimientos de las niveladoras.
- Apéndice 2: Hoja inicial de verificación para la toma de datos en campo utilizada para el análisis de los rendimientos de las excavadoras.
- Apéndice 3: Hoja mejorada de verificación para la toma de datos en campo de la actividad de recava de canales en excavadoras.
- Apéndice 4: Hoja mejorada de verificación para la toma de datos en campo de la niveladora.
- Apéndice 5: Hoja mejorada de verificación para la toma de datos en campo de la actividad de zanjeo en excavadoras.
- Apéndice 6: Costo de las partes de la cuchilla con stingers John deere.
- Apéndice 7: Encuesta para empresas privadas dedicadas a movimientos de tierras.
- Apéndice 8: Tablas de documentación y cálculos de metros lineales y cúbicos para el análisis de los rendimientos en campo asistido con hojas de medición, cámara de video y visitas al campo.

Anexos

- 1) Anexo 1: Ficha de evaluación de riesgos del operador en niveladoras y excavadoras.
- 2) Anexo 2. Ficha técnica de la niveladora Caterpillar 140H.
- 3) Anexo 3. Ficha técnica de la excavadora Caterpillar 320 CL

Referencias

- Artavia, M. (2010). Presentación del Tema: Definición del alcance. Material del curso Control de Costos. Instituto Tecnológico de Costa Rica
- Corporación Agrícola del Monte, 2017. Cartel de licitación del Proyecto "ALQUILER DE MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO PERIODO 2018Ficha técnica Motoniveladora 140H. CATERPILLAR INC. (2002).
- Dondi, A, 2010. Presentación del Tema: Movimiento de tierras. Material del curso Diseños de Procesos. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- CATERPILLAR INC, 2002. Ficha técnica Motoniveladora 140H.
- CATERPILLAR INC, 2003. Ficha técnica Excavadora Hidráulica 320 y 320CL.
- Leandro Hernández, A. G, 2018. Apuntes del curso "Diseño de procesos constructivos". Cartago: Tecnológico de Costa Rica.
- CATERPILLAR INC, 2018. La Maquinaria Pesada en Movimiento de Tierras (Descripción y Rendimiento).
- Medina Angulo, A, 2017. Apuntes del curso "Carreteras II". Cartago: Tecnológico de Costa Rica.
- Medina, A, 2017. MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS. Costa Rica: Editorial Tecnológica, 64-67p.
- Cámara Colombiana de la Infraestructura, 2013. Manual de Rendimiento Caterpillar. Illinois: Caterpillar Inc. Tablas de Rendimientos para Equipo Pesado.
- Sánchez, R., 1999. Productivity Improvement in Construction. Editorial Mcgraw-Hill College Vargas.
- Rojas, V, 2013. **MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA EMPACADORA DE VOLCÁN.** Informe proyecto final de graduación. Escuela de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 29-35 p.
- Jaime, B., Rafael, O. & Andrés, S, 2006. Gestión de Riesgos Operacionales en Excavación Subterránea (equipos y maquinaria de movimiento de tierras). **PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE.** Revista de Construcción #5. 11p.
- Deere & Company (s. f.). John Deere Construction Equipment. Recuperado 25 de Septiembre del 2018, de http://www.deere.com/wps/dcom/en_US/industry/construction/construction.page?
- Volvo Group Global, 2011. Excavadoras Volvo EC210B Prime. Recuperado el 8 de Agosto del 2018, de http://www.volvoce.com/SiteCollectionDocuments/VCE/Documents%20Global/crawler%20excavators/ProductBrochure_EC_210BPrime_ES_A6_20025866-B_2011-09.pdf

APÉNDICES

Apéndice 4. Hoja mejorada de verificación para la toma de datos en campo de la niveladora

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte
 División Pindeco Pacifico Sur
 Departamento de Servicios de Ingeniería
 Ingeniería Civil/Equipo Pesado y Topografía

CONTROL DE RENDIMIENTOS h/km NIVELADORAS

Finca	Fecha	Trabajado		Traslado (km) (marcar X)			Lote	Maquina	Actividad					Observaciones			
		km	Lastre	Pavimento					Ripiado	Conformación	Recup de material	Raspado	Lastreo		Cuneteo/Reparación de calzada		
				(0 a 10)km	(0 a 20)km	mas de 20 km											
Calle Publicas																	
Calle Privadas																	
Total																	
Observaciones:																	
Responsible Control / Victorino Carvajal Coordinador																	

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

Apéndice 6. Costo de las partes de la cuchilla con stingers John deere

CUADRO 65. COSTO DE LAS PARTES DE LA CUCHILLA DE LA NIVELADORA CON STINGERS		
Partes de la cuchilla con stingers de la niveladora Jonh deere 210		Costo Unitario
T66703	Borde Cortante Dura-Max TM	USD 266.95
T202940	Borde Cortante Dura-Max TM	USD 145.53
T216610	Tornillo	USD 5.46
09H1759	Tornillo	USD 3.20
14H1095	Tuerca	USD 2.54

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

Apéndice 7. Encuesta para empresas privadas dedicadas a movimientos de tierras

Encuesta

Nombre de la empresa: _____

Año de fundada: _____ Fecha _____

Nombre del encuestado: _____ Cargo: _____

Propósito de la encuesta

Esta encuesta va encaminada a determinar que parámetros utilizan las empresas dedicadas a los movimientos de tierras para determinar los rendimientos de maquinaria pesada en sus proyectos en ejecución o por ejecutar.

Preguntas

1.- ¿Qué método utilizan en la empresa para determinar el rendimiento de una maquina?

() Manual del fabricante

() Formulas

() Experiencia personal

Otras cuales:

2.- ¿Piensa que el método que utiliza es el más idóneo?

() Si

() No

3.- Con el método utilizado para estimar los rendimientos de las maquinas siente que sus presupuestos son:

() Reales

() Holgados

4.- Al momento de licitar, presupuestar o cotizar un trabajo con maquinaria pesada ¿Qué unidades

de medida utilizan?

- m³/h
- Global
- Precio/día

Otras cuales:

5.- Si tuviese una base de datos con los rendimientos de máquinas por actividad ¿la utilizaría?

- si
- no

Apéndice 8. Tablas de documentación y cálculos de metros lineales y cúbicos para el análisis de los rendimientos en campo asistido con hojas de medición, cámara de video y visitas al campo.

CUADRO 66. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA BUENOS AIRES, LOTE 114												
Buenos Aires									Lote 114			
RECAVA DE CANAL												
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA				
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (m³)	Costo Exc. Recava (ml)
20	2,5	1	1		1,75	0,2	0,0		₡ 30.258,00	₡ -		
20	3	1	1	200	2	0,2	480,0	8	₡ 30.258,00	₡ 242.064	₡ 504	₡ 1.210
Totales				200			480,0	8		₡ 242.064	₡ 504	₡ 1.210

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 67. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING FINCA BUENOS AIRES, LOTE 114									
Buenos Aires							Lote 114		
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING									
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING				
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)
200	3	₡ 30.258	₡ 90.774	₡ 454			₡ 30.258	₡ -	
		₡ 30.258	₡ -		200	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 302,58
200	3		₡ 90.774	₡ 454	200	2		₡ 60.516	₡ 302,58

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 68. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA BUENOS AIRES, LOTE 107													
Buenos Aires										Lote 107			
RECAVA DE CANAL													
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA					
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (m³)	Costo Exc. Recava (ml)	
1	3	1	1	150	2	0,2	360,0	8	₡ 30.258	₡ 242.064	₡ 672	₡ 1.614	
1	3	1	1	150	2	0,2	360,0	8	₡ 30.258	₡ 242.064	₡ 672	₡ 1.614	
2	3	1	1	200	2	0,2	480,0	7,1	₡ 30.258	₡ 214.832	₡ 448	₡ 1.074	
2	3	1	1	200	2	0,2	480,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 441	₡ 1.059	
3	3	1	1	165	2	0,2	396,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 535	₡ 1.284	
3	3	1	1	165	2	0,2	396,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 535	₡ 1.284	
					0		0,0		₡ 30.258	₡ -	₡ -	₡ -	
					0		0,0		₡ 30.258	₡ -	₡ -	₡ -	
Totales				1030			2472,0	44,1		₡ 1.334.378	₡ 540	₡ 1.296	

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 69. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING FINCA BUENOS AIRES, LOTE 107										
Buenos Aires							Lote 107			
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING										
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING					
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	
150	1,8	₡ 30.258	₡ 54.464	₡ 363	0		₡ 30.258	₡ -		
		₡ 30.258	₡ -	₡ -	250	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 242,06	
200	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 227	200	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 226,94	
200	1,7	₡ 30.258	₡ 51.439	₡ 257	200	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 226,94	

165	1,6	₡ 30.258	₡ 48.413	₡ 293	165	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 275,07
165	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 275	165	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 275,07
		₡ 30.258	₡ -	₡ -	100	4,2	₡ 30.258	₡ 127.084	₡ 1.270,84
		₡ 30.258	₡ -	₡ -	220	6	₡ 30.258	₡ 181.548	₡ 825,22
880	8,1		₡ 245.090	₡ 279	1300	18,2		₡ 550.696	₡ 423,61

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 70. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA BUENOS AIRES, LOTE 117

Buenos Aires								Lote 117				
RECAVA DE CANAL												
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA				
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (m³)	Costo Exc. Recava (ml)
30	4	1	1	100	2,5	0,2	300,0	4	₡ 30.258	₡ 121.032	₡ 403	₡ 1.210
28	3	1	1	100	2	0,2	240,0	4,1	₡ 30.258	₡ 124.058	₡ 517	₡ 1.241
28	4	1	1	205	2,5	0,2	615,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 344	₡ 1.033
28	4	1	2	100	3	0,2	360,0	4	₡ 30.258	₡ 121.032	₡ 336	₡ 1.210
29	4	1	1	75	2,5	0,2	225,0	4	₡ 30.258	₡ 121.032	₡ 538	₡ 1.614
29	4	1	2	150	3	0,2	540,0	5	₡ 30.258	₡ 151.290	₡ 280	₡ 1.009
29	4	4	2	150	6	0,2	1080,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 196	₡ 1.412
29	4	1	2	75	3	0,2	270,0	4	₡ 30.258	₡ 121.032	₡ 448	₡ 1.614
30	4	1	1	100	2,5	0,2	300,0	4	₡ 30.258	₡ 121.032	₡ 403	₡ 1.210
30	4	1	1	200	2,5	0,2	600,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 353	₡ 1.059
30	4	1	1	205	2,5	0,2	615,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 344	₡ 1.033
30	4	1	1	205	2,5	0,2	615,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 344	₡ 1.033
Totales				1665			5760,0	64,1		₡ 1.939.538	₡ 337	₡ 1.165

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 71. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING FINCA BUENOS AIRES, LOTE 117

Buenos Aires					Lote 117				
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING									
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING				
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)
100	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 151	100	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 151,29
100	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 151	100	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 151,29
205	1,5	₺ 30.258	₺ 45.387	₺ 221	205	1,5	₺ 30.258	₺ 45.387	₺ 221,40
100	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 151	100	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 151,29
75	0,7	₺ 30.258	₺ 21.181	₺ 282	7,5	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 2.017,20
150	1,6	₺ 30.258	₺ 48.413	₺ 323	150	1,5	₺ 30.258	₺ 45.387	₺ 302,58
150	1,7	₺ 30.258	₺ 51.439	₺ 343	150	1,5	₺ 30.258	₺ 45.387	₺ 302,58
75	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 202	75	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 201,72
100	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 151	100	0,5	₺ 30.258	₺ 15.129	₺ 151,29
200	1,5	₺ 30.258	₺ 45.387	₺ 227	200	1,5	₺ 30.258	₺ 45.387	₺ 226,94
205	1,5	₺ 30.258	₺ 45.387	₺ 221	205	1,5	₺ 30.258	₺ 45.387	₺ 221,40
205	1,6	₺ 30.258	₺ 48.413	₺ 236	205	1,5	₺ 30.258	₺ 45.387	₺ 221,40
		₺ 30.258	₺ -	₺ -	250	6	₺ 30.258	₺ 181.548	₺ 726,19
		₺ 30.258	₺ -	₺ -	400	10	₺ 30.258	₺ 302.580	₺ 756,45
		₺ 30.258	₺ -	₺ -	200	7	₺ 30.258	₺ 211.806	₺ 1.059,03
		₺ 30.258	₺ -	₺ -	250	7	₺ 30.258	₺ 211.806	₺ 847,22
		₺ 30.258	₺ -	₺ -	200	5,1	₺ 30.258	₺ 154.316	₺ 771,58
		₺ 30.258	₺ -	₺ -	250	7	₺ 30.258	₺ 211.806	₺ 847,22
		₺ 30.258	₺ -	₺ -	150	4,2	₺ 30.258	₺ 127.084	₺ 847,22
		₺ 30.258	₺ -	₺ -	150	3,4	₺ 30.258	₺ 102.877	₺ 685,85
		₺ 30.258	₺ -	₺ -	400	7	₺ 30.258	₺ 211.806	₺ 529,52
		₺ 30.258	₺ -	₺ -	300	6	₺ 30.258	₺ 181.548	₺ 605,16

1665	12,6		₺ 381.251	₺ 229	4148	74,7		₺ 2.260.273	₺ 544,97
------	------	--	-----------	-------	------	------	--	-------------	----------

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 72. RESUMEN DE COSTOS DE RECAVA DE CANALES EN FINCA BUENOS AIRES									
Ítem	Lote	Costo Recava de Canales	ml	Costo del ml	m³	Costo del m³	Costo del Anden	Costo del Dumpling	Costo Total Lote
1	107	₺1.334.377,80	1030	₺1.295,51	2472	₺539,80	₺245.089,80	₺550.695,60	₺2.130.163,20
2	114	₺0,00	200	₺0,00	480	₺0,00	₺90.774,00	₺60.516,00	₺151.290,00
3	117	₺0,00	1665	₺0,00	5760	₺0,00	₺352.800,00	₺2.091.600,00	₺2.444.400,00
TOTALES		₺1.334.378	2895		8712		₺688.664	₺2.702.812	₺4.725.853
Costo Promedio del m³ de Recava**				₺153,17					
Costo Promedio del ml de Recava**				₺ 460,92					

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 73. DATOS PARA CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA BUENOS AIRES, LOTE 117												
Santa Marta									Lote 231			
RECAVA DE CANAL												
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA				
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (m³)	Costo Exc. Recava (ml)
42	3,5	1	2	110	2,75	0,2	363,0	5,5	₺ 30.258	₺ 166.419	₺ 458	₺ 1.513
42	3	1	1	170	2	0,2	408,0	6,1	₺ 30.258	₺ 184.574	₺ 452	₺ 1.086
43	3,5	1	1	50	2,25	0,2	135,0	2,5	₺ 30.258	₺ 75.645	₺ 560	₺ 1.513
43	3	1	1	225	2	0,2	540,0	5,5	₺ 30.258	₺ 166.419	₺ 308	₺ 740
44	3,5	1,5	2	75	3,25	0,2	292,5	3	₺ 30.258	₺ 90.774	₺ 310	₺ 1.210
44	3	1	1	115	2	0,2	276,0	2,5	₺ 30.258	₺ 75.645	₺ 274	₺ 658
41	2	1	1	150	1,5	0,2	270,0	2,5	₺ 30.258	₺ 75.645	₺ 280	₺ 504
40	3,5	1	1,5	150	2,5	0,2	450,0	4,6	₺ 30.258	₺ 139.187	₺ 309	₺ 928
40	3	1	1	250	2	0,2	600,0	7,5	₺ 30.258	₺ 226.935	₺ 378	₺ 908

40	3,5	1	1,5	235	2,5	0,2	705,0	7,5	₪ 30.258	₪ 226.935	₪ 322	₪ 966
40					0	0,2	0,0		₪ 30.258	₪ -	₪ -	₪ -
Totales				1530			4039,5	47,2		₪ 1.428.178	₪ 354	₪ 933

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 74. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING FINCA SANTA MARTA, LOTE 231

Santa Marta					Lote 231				
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING									
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING				
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)
110	2	₪ 30.258	₪ 60.516	₪ 550			₪ 30.258	₪ -	
110		₪ 30.258	₪ -	₪ -	110	1,5	₪ 30.258	₪ 45.387	₪ 412,61
110		₪ 30.258	₪ -	₪ -	110		₪ 30.258	₪ -	₪ -
180	1,5	₪ 30.258	₪ 45.387	₪ 252	180		₪ 30.258	₪ -	₪ -
180		₪ 30.258	₪ -	₪ -	180		₪ 30.258	₪ -	₪ -
100	1	₪ 30.258	₪ 30.258	₪ 303	100		₪ 30.258	₪ -	₪ -
100	1	₪ 30.258	₪ 30.258	₪ 303	100		₪ 30.258	₪ -	₪ -
150	1,5	₪ 30.258	₪ 45.387	₪ 303	100	1	₪ 30.258	₪ 30.258	₪ 302,58
200	1,5	₪ 30.258	₪ 45.387	₪ 227	180	1	₪ 30.258	₪ 30.258	₪ 168,10
235	2,6	₪ 30.258	₪ 78.671	₪ 335	235		₪ 30.258	₪ -	₪ -
		₪ 30.258	₪ -	₪ -	235	1,5	₪ 30.258	₪ 45.387	₪ 193,14
1475	11,1		₪ 335.864	₪ 228	1530	5		₪ 151.290	₪ 98,88

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 75. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA SANTA MARTA, LOTE 232

Santa Marta								Lote 232					
RECAVA DE CANAL													
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA					
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (m³)	Costo Exc. Recava (ml)	
45	3	1	1	100	2	0,2	240,0	3	₡ 30.258	₡ 90.774	₡ 378	₡ 908	
46	3	1	1	110	2	0,2	264,0	3	₡ 30.258	₡ 90.774	₡ 344	₡ 825	
47	2	1	1	60	1,5	0,2	108,0	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 420	₡ 756	
48	3	1	1	110	2	0,2	264,0	3	₡ 30.258	₡ 90.774	₡ 344	₡ 825	
49	3	1	1	220	2	0,2	528,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 401	₡ 963	
49	3	1	1	85	2	0,2	204,0	3	₡ 30.258	₡ 90.774	₡ 445	₡ 1.068	
50	3	1	1	115	2	0,2	276,0	3,5	₡ 30.258	₡ 105.903	₡ 384	₡ 921	
50	3	1	1	250	2	0,2	600,0	8	₡ 30.258	₡ 242.064	₡ 403	₡ 968	
51	2,5	1	1	190	1,75	0,2	399,0	5,5	₡ 30.258	₡ 166.419	₡ 417	₡ 876	
52	3	1	1	60	2	0,2	144,0	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 420	₡ 1.009	
52	3,5	1	1	240	2,25	0,2	648,0	7,5	₡ 30.258	₡ 226.935	₡ 350	₡ 946	
52					0	0,2	0,0		₡ 30.258				
53	4	1,5	1,5	140	3,125	0,2	525,0	5	₡ 30.258	₡ 151.290	₡ 288	₡ 1.081	
50	3	1	1	170	2	0,2	408,0	5,2	₡ 30.258	₡ 157.342	₡ 386	₡ 926	
Totales				1850			4608,0	57,2		₡ 1.730.758	₡ 376	₡ 936	

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 76. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING FINCA SANTA MARTA, LOTE 232

Santa Marta					Lote 232				
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING									
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING				
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)
100	1	₪ 30.258	₪ 30.258	₪ 303			₪ 30.258	₪ -	
110	1,5	₪ 30.258	₪ 45.387	₪ 413			₪ 30.258	₪ -	
		₪ 30.258	₪ -				₪ 30.258	₪ -	
110	1,6	₪ 30.258	₪ 48.413	₪ 440			₪ 30.258	₪ -	
200	1,5	₪ 30.258	₪ 45.387	₪ 227	200	1,5	₪ 30.258	₪ 45.387	₪ 226,94
85	1	₪ 30.258	₪ 30.258	₪ 356			₪ 30.258	₪ -	
		₪ 30.258	₪ -				₪ 30.258	₪ -	
250	2	₪ 30.258	₪ 60.516	₪ 242			₪ 30.258	₪ -	
190	1,5	₪ 30.258	₪ 45.387	₪ 239			₪ 30.258	₪ -	
80	1,1	₪ 30.258	₪ 33.284	₪ 416			₪ 30.258	₪ -	
240	2,5	₪ 30.258	₪ 75.645	₪ 315			₪ 30.258	₪ -	
		₪ 30.258			240	2	₪ 30.258	₪ 60.516	₪ 252,15
140	2,1	₪ 30.258	₪ 63.542	₪ 454	70	1	₪ 30.258	₪ 30.258	₪ 432,26
		₪ 30.258			110	1	₪ 30.258	₪ 30.258	₪ 275,07
1505	15,8		₪ 478.076	₪ 318	620	5,5		₪ 166.419	₪ 268,42

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 77. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA SANTA MARTA, LOTE 233													
Santa Marta									Lote 233				
RECAVA DE CANAL													
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA					
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (m³)	Costo Exc. Recava (ml)	
54	2	1	1	200	1,5	0,2	360,0	3	₡ 30.258	₡ 90.774	₡ 252	₡ 454	
55	4	1	1	280	2,5	0,2	840,0	8	₡ 30.258	₡ 242.064	₡ 288	₡ 865	
55	3	1	1	320	2	0,2	768,0	8	₡ 30.258	₡ 242.064	₡ 315	₡ 756	
Totales				800			1968,0	19		₡ 574.902	₡ 292	₡ 719	

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 78. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING FINCA SANTA MARTA, LOTE 233									
Santa Marta						Lote 233			
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING									
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING				
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Exc av.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)
150	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 202			₡ 30.258	₡ -	
240	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 252			₡ 30.258	₡ -	
130	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 233	12	0	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 252,15
520	4		₡ 121.032	₡ 233	12	0		₡ 30.258	₡ 252,15

Fuente. Elaborado por la autora en excel, (2018)

CUADRO 79. RESUMEN DE COSTOS DE RECAVA DE CANALES EN FINCA SANTA MARTA

Ítem	Lote	Costo Recava de Canales	ml	Costo del ml	m³	Costo del m³	Costo del Anden	Costo del Dumpling	Costo Total Lote	
1	231	₡1.428.177,60	1530	₡933,45	4040	₡353,55	₡335.863,80	₡151.290,00	₡1.915.331,40	
2	232	₡1.730.757,60	1850	₡935,54	4608	₡375,60	₡478.076,40	₡166.419,00	₡2.375.253,00	
3	233	₡574.902,00	800	₡718,63	1968	₡292,13	₡121.032,00	₡30.258,00	₡726.192,00	
TOTALES		₡3.733.837	4180		10616		₡934.972	₡347.967	₡5.016.776	
Costo Promedio del m³ de Recava			₡						351,73	
Costo Promedio del ml de Recava			₡						893,26	

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 80. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA VOLCÁN, LOTE 313

Volcán									Lote 313					
RECAVA DE CANAL														
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA						
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Recava (m³)	Exc.	Costo Recava (ml)	Exc.
19	4	1	1,5	175	2,75	0,2	577,5	7	₡ 30.258,00	₡ 211.806	₡ 367	₡ 1.210		
23	2	0,6	1	90	1,3	0,2	140,4	2,5	₡ 30.258,00	₡ 75.645	₡ 539	₡ 841		
22	3	1	1	145	2	0,2	348,0	5	₡ 30.258,00	₡ 151.290	₡ 435	₡ 1.043		
19	4	1	1	225	2,5	0,2	675,0	7	₡ 30.258,00	₡ 211.806	₡ 314	₡ 941		
22	3	1	1,5	100	2,25	0,2	270,0	3	₡ 30.258,00	₡ 90.774	₡ 336	₡ 908		
21	3	1,5	1,5	100	2,625	0,2	315,0	3	₡ 30.258,00	₡ 90.774	₡ 288	₡ 908		
19	4	1	1	200	2,5	0,2	600,0	7	₡ 30.258,00	₡ 211.806	₡ 353	₡ 1.059		
21	4	1	1	260	2,25	0,2	702,0	7	₡ 30.258,00	₡ 211.806	₡ 302	₡ 815		
21	3	1	1	250	2	0,2	600,0	8	₡ 30.258,00	₡ 242.064	₡ 403	₡ 968		
18	4	1	1,5	275	2,75	0,2	907,5	7	₡ 30.258,00	₡ 211.806	₡ 233	₡ 770		
18	4	1	1	200	2,5	0,2	600,0	5	₡ 30.258,00	₡ 151.290	₡ 252	₡ 756		
21	3	1	1	250	2	0,2	600,0	5,1	₡ 30.258,00	₡ 154.316	₡ 257	₡ 617		

18	4	1	1,5	120	2,75	0,2	396,0	5,1	₡ 30.258,00	₡ 154.316	₡ 390	₡ 1.286
21	3	1	1	250	2	0,2	600,0	8	₡ 30.258,00	₡ 242.064	₡ 403	₡ 968
Totales				2640			7331,4	79,7		₡ 2.411.563	₡ 329	₡ 913

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 81. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING, FINCA VOLCÁN, LOTE 313												
Volcán								Lote 313				
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING												
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING							
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)			
175	3	₡ 30.258	₡ 90.774	₡ 519	175	1,2	₡ 30.258	₡ 36.310	₡ 207,48			
100	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 303			₡ 30.258	₡ -	₡ -			
100	1,1	₡ 30.258	₡ 33.284	₡ 333			₡ 30.258	₡ -	₡ -			
225	1,1	₡ 30.258	₡ 33.284	₡ 148	225	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 268,96			
120	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 378	150	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 201,72			
120	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 378			₡ 30.258	₡ -	₡ -			
200	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 227	200	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 226,94			
220	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 275	130	1,1	₡ 30.258	₡ 33.284	₡ 256,03			
250	2,1	₡ 30.258	₡ 63.542	₡ 254			₡ 30.258	₡ -	₡ -			
275	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 165	2,75	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 16.504,36			
200	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 151	200	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 151,29			
250	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 242			₡ 30.258	₡ -	₡ -			
0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -			₡ 30.258	₡ -	₡ -			
250	2,2	₡ 30.258	₡ 66.568	₡ 266			₡ 30.258	₡ -	₡ -			
2485	21,5		₡ 650.547	₡ 262	1082,8	9,3		₡ 281.399	₡ 259,89			

Fuente. Elaborado por la autora en excel, (2018)

CUADRO 82. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA VOLCÁN, LOTE 321

Volcán								Lote 321					
RECAVA DE CANAL													
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA					
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (m³)	Costo Exc. Recava (ml)	
30	3,5	1	1,5	150	2,5	0,2	450,0	5,3	₡ 30.258,00	₡ 160.367	₡ 356	₡ 1.069	
30	3	1	1	30	2	0,2	72,0	1,2	₡ 30.258,00	₡ 36.310	₡ 504	₡ 1.210	
30	3	1	1	50	2	0,2	120,0	2	₡ 30.258,00	₡ 60.516	₡ 504	₡ 1.210	
30	3	1	1	95	2	0,2	228,0	3	₡ 30.258,00	₡ 90.774	₡ 398	₡ 956	
				325			870,0	11,5		₡ 347.967	₡ 400	₡ 1.071	

Fuente. Elaborado por la autora en excel, (2018)

CUADRO 83. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING, FINCA VOLCÁN, LOTE 321

Volcán					Lote 321				
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING									
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING				
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)
0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -	65	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 465,51
0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -	0		₡ 30.258	₡ -	₡ -
80	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 567	90	1,6	₡ 30.258	₡ 48.413	₡ 537,92
130	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 349	0		₡ 30.258	₡ -	₡ -
210	3		₡ 90.774	₡ 432	155			₡ 78.671	₡ 507,55

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 84. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA VOLCÁN, LOTE 322

Volcán								Lote 322				
RECAVA DE CANAL												
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA				
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m ³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Recava (m ³)	Exc. Costo Recava (ml)
34	3	1	1,5	195	2,25	0,2	526,5	5,4	₡ 30.258,00	₡ 163.393	₡ 310	₡ 838
34	3	1	1	160	2	0,2	384,0	5	₡ 30.258,00	₡ 151.290	₡ 394	₡ 946
34	3	1	1	150	2	0,2	360,0	5,1	₡ 30.258,00	₡ 154.316	₡ 429	₡ 1.029
35	2,5	1	1,5	165	2	0,2	396,0	7,1	₡ 30.258,00	₡ 214.832	₡ 543	₡ 1.302
35	2,5	1	1	225	1,75	0,2	472,5	7	₡ 30.258,00	₡ 211.806	₡ 448	₡ 941
35	3	1	1,5	220	2,25	0,2	594,0	7	₡ 30.258,00	₡ 211.806	₡ 357	₡ 963
35	3	1	1	50	2	0,2	120,0	1,5	₡ 30.258,00	₡ 45.387	₡ 378	₡ 908
33	3	1	1	120	2	0,2	288,0	4	₡ 30.258,00	₡ 121.032	₡ 420	₡ 1.009
33	3	1	1	115	2	0,2	276,0	3	₡ 30.258,00	₡ 90.774	₡ 329	₡ 789
32	2,5	1	1	60	1,75	0,2	126,0	2	₡ 30.258,00	₡ 60.516	₡ 480	₡ 1.009
32	3	1	1	155	2	0,2	372,0	4,5	₡ 30.258,00	₡ 136.161	₡ 366	₡ 878
32	3	1	1	100	2	0,2	240,0	3,5	₡ 30.258,00	₡ 105.903	₡ 441	₡ 1.059
				1715			4155,0	55,1		₡ 1.667.216	₡ 401	₡ 972

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 85. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING, FINCA VOLCÁN, LOTE 322										
Volcán						Lote 322				
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING										
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING					
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	
195	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 233	195	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 232,75	
190	1,3	₡ 30.258	₡ 39.335	₡ 207	150	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 201,72	
150	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387		150	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 201,72	
165	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 275	30	0,5	₡ 30.258	₡ 15.129	₡ 504,30	
		₡ 30.258	₡ -	₡ -	230	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 263,11	
200	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 227	100	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 302,58	
		₡ 30.258	₡ -		85	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 355,98	
200	2,5	₡ 30.258	₡ 75.645	₡ 378	80	0,7	₡ 30.258	₡ 21.181	₡ 264,76	
115	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 395	170	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 266,98	
70	1,1	₡ 30.258	₡ 33.284	₡ 475			₡ 30.258	₡ -	₡ -	
150	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 202	150	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 201,72	
100	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 454	100	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 302,58	
1535	14,9		₡ 450.844	₡ 294	1440	12,2		₡ 369.148	₡ 256,35	

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 86. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA VOLCÁN, LOTE 344

Volcán								Lote 344					
RECAVA DE CANAL													
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA					
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (m³)	Costo Exc. Recava (ml)	
79	3	1	1	100	2	0,2	240,0	4	₡ 30.258,00	₡ 121.032	₡ 504	₡ 1.210	
79	3	1	1	200	2	0,2	480,0	5	₡ 30.258,00	₡ 151.290	₡ 315	₡ 756	
79	3	1	1	275	2	0,2	660,0	8	₡ 30.258,00	₡ 242.064	₡ 367	₡ 880	
80	3	1	1,5	250	2,25	0,2	675,0	8	₡ 30.258,00	₡ 242.064	₡ 359	₡ 968	
81	3,5	1,5	1	275	2,5	0,2	825,0	7,4	₡ 30.258,00	₡ 223.909	₡ 271	₡ 814	
82	3	1	1	120	2	0,2	288,0	4	₡ 30.258,00	₡ 121.032	₡ 420	₡ 1.009	
A	2,5	1	0,6	240	1,55	0,2	446,4	4	₡ 30.258,00	₡ 121.032	₡ 271	₡ 504	
75	3,5	1	1	150	2,25	0,2	405,0	4	₡ 30.258,00	₡ 121.032	₡ 299	₡ 807	
				1610			4019,4	44,4		₡ 1.343.455	₡ 334	₡ 834	

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 87. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING, FINCA VOLCÁN, LOTE 334

Volcán					Lote 344				
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING									
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING				
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)
0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -	0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -
200	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 151	200	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 151,29
225	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 134	225	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 134,48
250	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 242	0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -
275	2,3	₡ 30.258	₡ 69.593	₡ 253	0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -

120	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 252	0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -
0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -	0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -
150	1	₡ 30.258	₡ 30.258	₡ 202	0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -
1220	8,3		₡ 251.141	₡ 206	425	2		₡ 60.516	₡ 142,39

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 88. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN RECAVA DE CANALES FINCA VOLCÁN, LOTE 351												
Volcán								Lote 351				
RECAVA DE CANAL												
Recava de Canales (m)								MAQUINARIA RECAVA				
No. Canal	Boca	Plan	Corte	MI	Área	% Abult	(m³) Recava	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (m³)	Costo Exc. Recava (ml)
87	0	0	0	100	0	0,2	0,0	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -	₡ -
87	4	1	2	100	3	0,2	360,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 588	₡ 2.118
87	4	1	2	205	3	0,2	738,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 287	₡ 1.033
87	4	1	2,5	100	3,25	0,2	390,0	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 543	₡ 2.118
87	4	1	1,5	75	2,75	0,2	247,5	7	₡ 30.258	₡ 211.806	₡ 856	₡ 2.824
				580			1735,5	28		₡ 847.224	₡ 488	₡ 1.461

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

**CUADRO 89. DATOS PARA CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN CONSTRUCCIÓN DE ANDEN Y DUPLING,
FINCA VOLCÁN, LOTE 351**

Volcán					Lote 351				
MAQUINARIA ANDEN Y DUMPING									
MAQUINARIA ANDEN					MAQUINARIA DUMPLING				
ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)	ML	Hrs. Excav.	Precio por hora	Costo Maquinaria	Costo Exc. Recava (ml)
300	4	₡ 30.258	₡ 121.032	₡ 403	100	0	₡ 30.258	₡ -	₡ -
250	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 242	250	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 242,06
250	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 182	250	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 181,55
250	2,1	₡ 30.258	₡ 63.542	₡ 254	250	2	₡ 30.258	₡ 60.516	₡ 242,06
200	1,5	₡ 30.258	₡ 45.387	₡ 227	200	1,7	₡ 30.258	₡ 51.439	₡ 257,19
1250	11,1		₡ 335.864	₡ 269	1050	7,2		₡ 217.858	₡ 207,48

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 90. RESUMEN DE COSTOS DE RECAVA DE CANALES EN FINCA VOLCÁN

Ítem	Lote	Costo Recava de Canales	ml	Costo del ml	m³	Costo del m³	Costo del Anden	Costo del Dumpling	Costo Total Lote
1	313	₡2.411.562,60	2640	₡913,47	7331	₡328,94	₡650.547,00	₡281.399,40	₡3.343.509,00
2	321	₡347.967,00	325	₡1.070,67	870	₡399,96	₡90.774,00	₡78.670,80	₡517.411,80
3	322	₡1.667.215,80	1715	₡972,14	4155	₡401,26	₡450.844,20	₡369.147,60	₡2.487.207,60
4	344	₡1.343.455,20	1610	₡834,44	4019	₡334,24	₡251.141,40	₡60.516,00	₡1.655.112,60
5	351	₡847.224,00	580	₡1.460,73	1736	₡488,17	₡335.863,80	₡217.857,60	₡1.400.945,40
TOTALES		₡6.617.425	6870		18111		₡1.779.170	₡1.007.591	₡9.404.186
Costo Promedio del m³ de Recava				₡ 365,38					
Costo Promedio del ml de Recava				₡ 963,24					

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 91. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE ML EN RECUPERACIÓN DE MATERIAL

Maquinaria	Lote	Tiempo (horas)	Longitud (km)	Costo hora (₡)	Costo pagado (₡)	Costo ml (₡)
John deere 210GLC	321	5,5	1,7	₡14.000,00	₡77.000,00	₡45,29
	334	4	0,8	₡14.000,00	₡56.000,00	₡70,00
	313	4	1,1	₡14.000,00	₡56.000,00	₡50,91
	334	6	1,5	₡14.000,00	₡84.000,00	₡56,00
	321	2	0,6	₡14.000,00	₡28.000,00	₡46,67
	313	3,6	1	₡14.000,00	₡50.400,00	₡50,40
	321	2,7	0,6	₡14.000,00	₡37.800,00	₡63,00
	312	4,8	1,4	₡14.000,00	₡67.200,00	₡48,00
	334	3,5	1,1	₡14.000,00	₡49.000,00	₡44,55
	335	4,3	1	₡14.000,00	₡60.200,00	₡60,20
	321	6,5	1,8	₡14.000,00	₡91.000,00	₡50,56
	322	4,5	1,1	₡14.000,00	₡63.000,00	₡57,27
	323	2,7	0,8	₡14.000,00	₡37.800,00	₡47,25
	321	3,7	0,95	₡14.000,00	₡51.800,00	₡54,53
	313	2,7	0,8	₡14.000,00	₡37.800,00	₡47,25
	364	4	0,6	₡14.000,00	₡56.000,00	₡93,33
	132	6	2	₡14.000,00	₡84.000,00	₡42,00
	321	3,7	1,1	₡14.000,00	₡51.800,00	₡47,09
	313	3,2	0,9	₡14.000,00	₡44.800,00	₡49,78
	234	3	0,8	₡14.000,00	₡42.000,00	₡52,50
	352	6,5	2	₡14.000,00	₡91.000,00	₡45,50
	321	3,8	0,9	₡14.000,00	₡53.200,00	₡59,11
	313	3,7	1,1	₡14.000,00	₡51.800,00	₡47,09
342	3,6	1	₡14.000,00	₡50.400,00	₡50,40	
313	3,8	1,1	₡14.000,00	₡53.200,00	₡48,36	
321	1,7	0,6	₡14.000,00	₡23.800,00	₡39,67	
321	6,6	1,9	₡14.000,00	₡92.400,00	₡48,63	

	342	1,7	0,7	€14.000,00	€23.800,00	€34,00
	313	3,7	1	€14.000,00	€51.800,00	€51,80
	321	2,8	0,6	€14.000,00	€39.200,00	€65,33
	335	3,6	1,1	€14.000,00	€50.400,00	€45,82
	321	3,6	1,1	€14.000,00	€50.400,00	€45,82
	313	2,8	0,9	€14.000,00	€39.200,00	€43,56
	321	3,1	1,1	€14.000,00	€43.400,00	€39,45
	335	1,8	0,6	€14.000,00	€25.200,00	€42,00
	321	3,6	1,2	€14.000,00	€50.400,00	€42,00
	335	3,8	0,8	€14.000,00	€53.200,00	€66,50
	321	3,7	1,1	€14.000,00	€51.800,00	€47,09
	361	2,5	1	€14.000,00	€35.000,00	€35,00
Nio champion 710A	232	3,5	0,5	€29.081,00	€101.783,50	€203,57
	164	5	1,3	€29.081,00	€145.405,00	€111,85
	118	6	1,6	€29.081,00	€174.486,00	€109,05
	118	3,8	1,2	€29.081,00	€110.507,80	€92,09
	118	4,2	1,4	€29.081,00	€122.140,20	€87,24
	211	4,2	0,95	€29.081,00	€122.140,20	€128,57
	163	2,2	0,8	€29.081,00	€63.978,20	€79,97
	116	4	1,3	€29.081,00	€116.324,00	€89,48
	113	2,6	0,87	€29.081,00	€75.610,60	€86,91
	116	3,3	1,2	€29.081,00	€95.967,30	€79,97
	113	2,8	0,6	€29.081,00	€81.426,80	€135,71
	121	5,1	1,2	€29.081,00	€148.313,10	€123,59
113	6,8	1,9	€29.081,00	€197.750,80	€104,08	
Costo ml		4,12	1,14		€119.679,50	€110,16

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 92. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE ML EN RECUPERACIÓN DE MATERIAL

Maquinaria	Lote	Tiempo (horas)	Longitud (km)	Costo hora	Costo pagado	Costo ml
John deere 210GLC	321	2,5	0,3	₡14.000,00	₡35.000,00	₡116,67
	362	4	1,1	₡14.000,00	₡56.000,00	₡50,91
	364	3,5	1,1	₡14.000,00	₡49.000,00	₡44,55
Nio campeón 710A	211	3,2	1	₡29.081,00	₡93.059,20	₡93,06
	211	3,6	0,6	₡29.081,00	₡104.691,60	₡174,49
	116	4	0,8	₡29.081,00	₡116.324,00	₡145,41
	116	5	0,8	₡29.081,00	₡145.405,00	₡181,76
	116	3,5	0,8	₡29.081,00	₡101.783,50	₡127,23
	211	2,2	0,2	₡29.081,00	₡63.978,20	₡319,89
	118	5,7	1,3	₡29.081,00	₡165.761,70	₡127,51
	211	4,8	0,8	₡29.081,00	₡139.588,80	₡174,49
	211	4,2	1,2	₡29.081,00	₡122.140,20	₡101,78
	211	3,7	0,8	₡29.081,00	₡107.599,70	₡134,50
	217	3,2	0,5	₡29.081,00	₡93.059,20	₡186,12
	118	1,1	0,2	₡29.081,00	₡31.989,10	₡159,95
	118	7,1	1,6	₡29.081,00	₡206.475,10	₡129,05
	111	2,1	0,3	₡29.081,00	₡61.070,10	₡203,57
	113	4,5	0,8	₡29.081,00	₡130.864,50	₡163,58
	111	2,5	0,5	₡29.081,00	₡72.702,50	₡145,41
	118	3,7	0,8	₡29.081,00	₡107.599,70	₡134,50
	118	5	1	₡29.081,00	₡145.405,00	₡145,41
	118	2	0,4	₡29.081,00	₡58.162,00	₡145,41
	113	3,7	0,9	₡29.081,00	₡107.599,70	₡119,56
213	3,5	0,6	₡29.081,00	₡101.783,50	₡169,64	
160	3	0,5	₡29.081,00	₡87.243,00	₡174,49	
116	1,3	0,4	₡29.081,00	₡37.805,30	₡94,51	

	116	3,2	1,1	₡29.081,00	₡93.059,20	₡84,60
	116	3,3	1,2	₡29.081,00	₡95.967,30	₡79,97
	118	4,3	0,7	₡29.081,00	₡125.048,30	₡178,64
	118	3,6	0,8	₡29.081,00	₡104.691,60	₡130,86
	160	2,2	0,45	₡29.081,00	₡63.978,20	₡142,17
	211	4,8	0,8	₡29.081,00	₡139.588,80	₡174,49
	213	1,9	0,5	₡29.081,00	₡55.253,90	₡110,51
	223	3,5	0,5	₡29.081,00	₡101.783,50	₡203,57
	160	2,7	0,2	₡29.081,00	₡78.518,70	₡392,59
	213	2,3	0,6	₡29.081,00	₡66.886,30	₡111,48
	223	2,1	0,3	₡29.081,00	₡61.070,10	₡203,57
	118	2,7	1	₡29.081,00	₡78.518,70	₡87,24
	116	2,4	1	₡29.081,00	₡69.794,40	₡93,06
Costo ml		3,37	0,71		₡94.262,81	₡154,00

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 93. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE M3 EN ZANJEO						
Maquinaria	Tiempo (horas)	Metros lineales	Volumen (m3)	Costo hora (₡)	Costo pagado (₡)	Costo m3 (₡)
Excavadora Volvo 210 BCL	7,50	60,00	88,80	₡ 30.258,00	₡ 226.935,00	₡ 2.555,57
	7,50	66,00	97,68	₡ 30.258,00	₡ 226.935,00	₡ 2.323,25
	3,00	30,00	44,40	₡ 30.258,00	₡ 90.774,00	₡ 2.044,46
	3,60	30,00	44,40	₡ 30.258,00	₡ 108.928,80	₡ 2.453,35
	2,10	24,00	35,52	₡ 30.258,00	₡ 63.541,80	₡ 1.788,90
	8,90	84,00	124,32	₡ 30.258,00	₡ 269.296,20	₡ 2.166,15
	7,00	48,00	71,04	₡ 30.258,00	₡ 211.806,00	₡ 2.981,50
	5,20	48,00	71,04	₡ 30.258,00	₡ 157.341,60	₡ 2.214,83
	9,50	72,00	106,56	₡ 30.258,00	₡ 287.451,00	₡ 2.697,55
	8,80	102,00	150,96	₡ 30.258,00	₡ 266.270,40	₡ 1.763,85
	6,00	78,00	115,44	₡ 30.258,00	₡ 181.548,00	₡ 1.572,66

	3,80	66,00	97,68	₪	30.258,00	₪	114.980,40	₪	1.177,11
	7,20	66,00	97,68	₪	30.258,00	₪	217.857,60	₪	2.230,32
	1,80	18,00	26,64	₪	30.258,00	₪	54.464,40	₪	2.044,46
	8,40	96,00	142,08	₪	30.258,00	₪	254.167,20	₪	1.788,90
	6,40	84,00	124,32	₪	30.258,00	₪	193.651,20	₪	1.557,68
	6,60	48,00	71,04	₪	30.258,00	₪	199.702,80	₪	2.811,13
	6,60	18,00	26,64	₪	30.258,00	₪	199.702,80	₪	7.496,35
	6,60	36,00	53,28	₪	30.258,00	₪	199.702,80	₪	3.748,18
	6,60	96,00	142,08	₪	30.258,00	₪	199.702,80	₪	1.405,57
	6,60	78,00	115,44	₪	30.258,00	₪	199.702,80	₪	1.729,93
	6,60	54,00	79,92	₪	30.258,00	₪	199.702,80	₪	2.498,78
Totales	6,20		87,59	₪	30.258,00	₪	187.462,06	₪	2.140,24
Excavadora Jonh Deer	5,60	36,00	53,28	₪	30.771,00	₪	172.317,60	₪	3.234,19
	7,30	96,00	142,08	₪	30.771,00	₪	224.628,30	₪	1.581,00
	8,10	78,00	115,44	₪	30.771,00	₪	249.245,10	₪	2.159,09
	6,00	54,00	79,92	₪	30.771,00	₪	184.626,00	₪	2.310,14
	5,60	36,00	53,28	₪	30.771,00	₪	172.317,60	₪	3.234,19
	7,30	48,00	71,04	₪	30.771,00	₪	224.628,30	₪	3.162,00
	8,10	78,00	115,44	₪	30.771,00	₪	249.245,10	₪	2.159,09
	6,00	54,00	79,92	₪	30.771,00	₪	184.626,00	₪	2.310,14
	4,50	42,00	62,16	₪	30.771,00	₪	138.469,50	₪	2.227,63
	6,00	72,00	106,56	₪	30.771,00	₪	184.626,00	₪	1.732,60
	4,50	42,00	62,16	₪	30.771,00	₪	138.469,50	₪	2.227,63
	6,00	72,00	106,56	₪	30.771,00	₪	184.626,00	₪	1.732,60
	6,50	72,00	106,56	₪	30.771,00	₪	200.011,50	₪	1.876,98
	8,60	102,00	150,96	₪	30.771,00	₪	264.630,60	₪	1.752,98
	5,20	30,00	44,40	₪	30.771,00	₪	160.009,20	₪	3.603,81
	8,20	48,00	71,04	₪	30.771,00	₪	252.322,20	₪	3.551,83
	5,80	48,00	71,04	₪	30.771,00	₪	178.471,80	₪	2.512,27
4,80	78,00	115,44	₪	30.771,00	₪	147.700,80	₪	1.279,46	

Totales	6,34		89,29	₡	30.771,00	₡	195.053,95	₡	2.184,42
Excavadora Liebher	3,50	30,00	44,40	₡	30.258,00	₡	105.903,00	₡	2.385,20
	5,00	32,00	47,36	₡	30.258,00	₡	151.290,00	₡	3.194,47
	7,00	92,00	136,16	₡	30.258,00	₡	211.806,00	₡	1.555,57
	5,00	65,00	96,20	₡	30.258,00	₡	151.290,00	₡	1.572,66
	4,20	55,00	81,40	₡	30.258,00	₡	127.083,60	₡	1.561,22
	8,40	98,00	145,04	₡	30.258,00	₡	254.167,20	₡	1.752,39
	6,00	30,00	44,40	₡	30.258,00	₡	181.548,00	₡	4.088,92
Totales	5,59		84,99	₡	30.258,00	₡	169.012,54	₡	1.988,52
Excavadora Komatsu	5,40	30	44,40	₡	30.258,00	₡	163.393,20	₡	3.680,03
	8,70	95	140,60	₡	30.258,00	₡	263.244,60	₡	1.872,29
	7,00	80	118,40	₡	30.258,00	₡	211.806,00	₡	1.788,90
	8,00	92	136,16	₡	30.258,00	₡	242.064,00	₡	1.777,79
	7,10	82	121,36	₡	30.258,00	₡	214.831,80	₡	1.770,20
	7,20	60	88,80	₡	30.258,00	₡	217.857,60	₡	2.453,35
	9,20	180	266,40	₡	30.258,00	₡	278.373,60	₡	1.044,95
	8,30	84	124,32	₡	30.258,00	₡	251.141,40	₡	2.020,12
	8,50	48	71,04	₡	30.258,00	₡	257.193,00	₡	3.620,40
	7,10	36	53,28	₡	30.258,00	₡	214.831,80	₡	4.032,13
	7,50	60	88,80	₡	30.258,00	₡	226.935,00	₡	2.555,57
Totales	7,64		113,96	₡	30.258,00	₡	231.061,09	₡	2.027,56
Generales maquinaria	6,44	0,00	93,96	₡	30.386,25	₡	195.647,41	₡	2.085,19

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 94. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE ML EN CUNETEO Y RECUPERACIÓN DE CALZADA						
Maquinaria	Lote	Tiempo (horas)	Longitud (km)	Costo hora	Costo pagado	Costo ml
Nio campeón 710A	113	4,50	0,80	₺ 29.081,00	₺130.865	₺ 163,58
	111	2,50	0,50	₺ 29.081,00	₺72.703	₺ 145,41
	118	5,00	1,00	₺ 29.081,00	₺145.405	₺ 145,41
	118	2,00	0,40	₺ 29.081,00	₺58.162	₺ 145,41
Jonh deere 210GLC	362	3,5	0,6	₺ 14.000,00	₺49.000	₺ 81,67
	369	1,5	0,3	₺ 14.000,00	₺21.000	₺ 70,00
Costo ml		3,17	0,6		₺101.784	₺ 149,95

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 95. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE ML EN LASTREO						
Maquinaria	Lote	Tiempo (horas)	Longitud (km)	Costo hora	Costo pagado	Costo ml
Caterpillar 140H	163	3	0,2	₺29.081,00	₺87.243,00	₺436,22
	224	3,5	0,4	₺29.081,00	₺101.783,50	₺254,46
	224	3,5	0,3	₺29.081,00	₺101.783,50	₺339,28
	224	5	0,3	₺29.081,00	₺145.405,00	₺484,68
	118	3,5	0,8	₺29.081,00	₺101.783,50	₺127,23
	107	7	0,4	₺29.081,00	₺203.567,00	₺508,92
	163	7,1	0,5	₺29.081,00	₺206.475,10	₺412,95
	163	7	0,5	₺29.081,00	₺203.567,00	₺407,13
Costo ml		4,95	0,43		₺143.950,95	₺371,36

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 96. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE ML EN CONFORMACIÓN						
Maquinaria	Lote	Tiempo (horas)	Longitud (km)	Costo hora	Costo pagado	Costo ml
Jonh deere 210GLC	311	6,5	7	₺14.000,00	₺91.000,00	₺13,00
	311	4	4,2	₺14.000,00	₺56.000,00	₺13,33
	211	4	1	₺14.000,00	₺56.000,00	₺56,00
	368	3,2	0,2	₺14.000,00	₺44.800,00	₺224,00
	365	6	0,5	₺14.000,00	₺84.000,00	₺168,00

	368	2,5	0,3	₡14.000,00	₡35.000,00	₡116,67
Caterpillar 140H	322	6,1	0,9	₡29.081,00	₡177.394,10	₡197,10
	321	2,3	0,3	₡29.081,00	₡66.886,30	₡222,95
	322	4,5	0,75	₡29.081,00	₡130.864,50	₡174,49
	322	6,8	0,9	₡29.081,00	₡197.750,80	₡219,72
	303	6,6	0,9	₡29.081,00	₡191.934,60	₡213,26
	305	0,4	0,13	₡29.081,00	₡11.632,40	₡89,48
	135	6,5	0,55	₡29.081,00	₡189.026,50	₡343,68
	135	5,7	0,63	₡29.081,00	₡165.761,70	₡263,11
Champion 710A	224	3,5	0,4	₡29.081,00	₡101.783,50	₡254,46
	224	3,5	0,3	₡29.081,00	₡101.783,50	₡339,28
Costo ml		4,51	1,19		₡133.481,79	₡231,75

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

CUADRO 98. DATOS Y CÁLCULO DE COSTOS DE ML EN RIPIADO

Maquinaria		Tiempo (horas)	Longitud (km)	Costo hora	Costo pagado	Costo ml
John deere 210 GLC	311	0,16	0,05	₡14.000,00	₡4.652	₡ 93,05
	311	0,15	0,07	₡14.000,00	₡4.362	₡ 62,31
	211	0,26	0,12	₡14.000,00	₡7.561	₡ 63,00
	368	0,40	0,18	₡14.000,00	₡11.632	₡ 64,62
Nio champion 710 A	224	1,00	0,08	₡29.081,00	₡29.081	₡ 346,20
	220	0,87	0,08	₡29.081,00	₡24.137	₡ 344,82
	232	1,00	0,09	₡29.081,00	₡29.081	₡ 323,12
Caterpillar 140H	322	0,83	0,07	₡29.081,00	₡24.138	₡ 344,83
	321	0,70	0,06	₡29.081,00	₡20.357	₡ 333,73
	305	0,91	0,077	₡29.081,00	₡26.465	₡ 343,70
Costo ml		0,89	0,08		₡25.543	₡ 339,40

Fuente. Elaborado por la autora en Excel, (2018)

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de evaluación de riesgos del operador en niveladoras y excavadoras

CORPORACIÓN DE DESARROLLO AGRICOLA DEL MONTE, DIVISIÓN PINDECO												
FICHA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL OPERADOR EN NIVELADORAS Y EXCAVADORAS												
Evaluación		Inicial:			Periódica:							
Localización: Ingeniería Civil												
Puesto de trabajo: Operador de Equipo Pesado: Niveladoras, Excavadoras y Otros.						Fecha Evaluación:						
Nº de trabajadores:						Fecha próxima evaluación:						
Descripción del puesto: - Operación y cuidados de equipo Pesado de la Empresa, como: Niveladoras, Excavadora y otros. - Responsable de los reportes de horas máquina de equipos de la Empresa.												
RIESGO OBSERVADO	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo					Equipo de protección personal
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	IM	IN	
Mecánicos												
Caídas al mismo nivel												
Caídas a distinto nivel												
Vuelco y choques con tractores												
Caída de Objetos por manipulación												Zapatos de Seguridad, guantes.
Accidentes de Tránsito												
Químicos												
Partículas de Polvo												Anteojos
Físicos												
Exposición a Radiaciones No Ionizantes												Mangas, anteojos oscuros, guantes.
Ruido												Orejas o tapones.
Vibraciones												
Ergonómicos												
Sobreesfuerzo muscular al levantar objetos												
Carga estática postural (el trabajador desarrolla la labor sentado)												
RIESGO	FUENTE GENERADORA			CONSECUENCIAS			MEDIDAS PREVENTIVAS/CORRECTIVAS					

Caídas al mismo nivel	Terreno Irregular	Golpes, luxaciones, escoriaciones, fracturas.	Capacitación de riesgos laborales, trabajo con precaución.
Caídas a distinto nivel	Bajar/subir del equipo	Traumas, fractura, muerte.	Capacitación de riesgos laborales, trabajo con precaución. Usar siempre los zapatos o botas de seguridad con suelas antideslizante, mantener las gradas o escaleras de los equipos libres de barro u obstáculos.
Vuelco y choques con tractores	Terreno Irregular	Trauma, fractura, muerte.	Manejo defensivo, trabajo con precaución.
Caída de Objetos por manipulación	Accesorios e implementos de los equipos	Atrapamientos, traumas, fracturas, muerte.	Revisión de equipos, trabajo con precaución, uso de guantes, uso de calzado de seguridad.
Accidentes de Tránsito	Traslado sobre carretera	Trauma, fractura, muerte.	Manejo defensivo, trabajo con precaución.
Partículas de Polvo	Levantamiento de polvo, movimiento de tierra.	Problemas respiratorios, irritación de ojos.	Utilizar EPP suministrado.
Exposición a Radiaciones No Ionizantes	Sol	Cáncer de piel, deshidratación.	Utilizar el EPP suministrado
Ruido	Motor de maquinaria	Pérdida auditiva, trastornos digestivos, estrés.	Utilizar el EPP suministrado.
Vibraciones	Motor de maquinaria	Trastornos digestivos, estrés.	Mantener asientos confortables y acolchonados, descansos programados.
Sobreesfuerzo muscular al levantar objetos	Accesorios e implementos	Lesiones en la columna vertebral.	Levantar cargas con espalda recta, pies separados y trasladarla lo más cerca del cuerpo.
Carga estática postural (el trabajador desarrolla la labor sentado)	Posición sentada durante la jornada.	Lesiones musculoesqueléticas.	Ejercicios compensatorios, hidratación.
Probabilidad: B: Baja, M: Media, A: Alta; Consecuencias: LD: Ligeramente Dañino, D: Dañino, ED: Extremadamente Dañino; Estimación del Riesgo: T: Trivial, TO: Tolerable, M: Moderado, IM: Importante, IN: Intolerable			

Fuente. Corporación de Desarrollo Agrícola del Monte, (2018)

Anexo 2. Ficha técnica de la niveladora Caterpillar 140H

Nota. La siguiente figura es una representación de la ficha técnica correspondiente.



140H
Motoniveladora

CAT

Versión Europea		Masa Bruta de la Máquina	
Motor Cat® 3176C ATAAC		Básica	14 677 kg
Versión de Potencia Variable (VHP)		en las ruedas delanteras	4138 kg
en 1ª a 3ª velocidades	123 kW/165 hp	en las ruedas traseras	10 539 kg
en 4ª a 8ª velocidades	138 kW/185 hp	Máxima	21 261 kg
Versión de Potencia Variable Plus (VHP Plus)		en las ruedas delanteras	7590 kg
en 1ª a 3ª velocidades	123 kW/165 hp	en las ruedas traseras	13 671 kg
en 4ª a 8ª velocidades	138 kW/185 hp	Anchura de la Hoja	3858 mm
en 7ª y 8ª velocidades	153 kW/205 hp		

Fuente. CATERPILLAR INC. (2002).

Anexo 3. Ficha técnica de la excavadora hidráulica Caterpillar 320 C y 320 CL

Nota. La siguiente figura es una representación de la ficha técnica correspondiente.

**Excavadora
Hidráulica**

**320C
320C L**

Motor		Mando	
Modelo de motor	Motor diesel Cat® 3066T		
Potencia en el volante	103 kW	138 hp	
Pesos		Máxima tracción en la barra de tiro	196 kN 44.040 lb
Peso en orden de trabajo – Tren de rodaje largo	21.000 kg	46.300 lb	
	<ul style="list-style-type: none"> • pluma de 5,68 m (18'7") con cadena de 800 mm (32") 		
		Máxima velocidad de desplazamiento	5,5 km/h 3,4 mph

Fuente. CATERPILLAR INC. (2003).