



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA  
PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA  
INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO  
DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA  
PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA  
INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO  
DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Mgtr. HERNÁN PEDRO MARTÍNEZ RAMOS

**ASESOR DE TESIS**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1870-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 24 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 19981 presentado por el (la) Bachiller: **CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.** - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- \* **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- \* **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

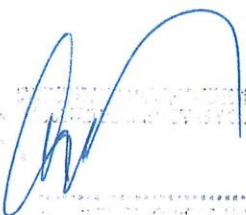
**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Lunes 30 de diciembre del 2024
- \* **HORA** : 15:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.** - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
 MILTHON QUISPE HUANCA  
 DIRECTOR  
 U. C. P. 47730

  
 Dr. Efrain Parillo Sosa  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
 Archivo  
 interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1739-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 16759 por el señor (a): CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 1454- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 334 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 334 - 2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024, Correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para la REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN, presentado por el señor (a): CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a) la), Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Stamp and signature of the Dean: M. TROPON QUISPE HUAYAN, DECANO, CIR. 47790

Stamp and signature of the Director: Dr. Efraín Payitto Sosa, DIRECTOR, UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc. Archivo interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 866-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 23 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-5935, presentado el señor (a) **CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 637 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 254-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 254-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTRON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



Dr. Lito Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



# EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

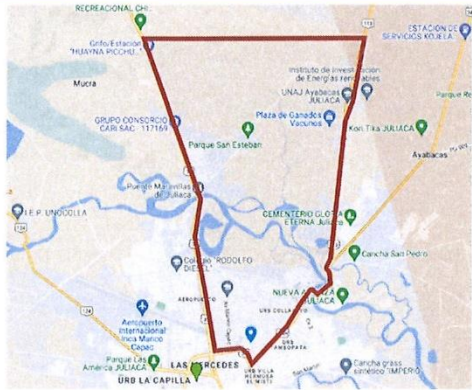
1	<a href="https://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://ciencialatina.org">ciencialatina.org</a> Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="https://repositorio.unicordoba.edu.co">repositorio.unicordoba.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%



### Metadatos complementarios

<b>Título de la Tesis</b>	
<b>EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	44049245
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0006-7351-4995">https://orcid.org/0009-0006-7351-4995</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI. 02424528
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4219-1007">https://orcid.org/0000-0002-4219-1007</a>
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI. 02416058
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7567-039X">https://orcid.org/0000-0001-7567-039X</a>
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Tipo de documento	DNI. 01316765
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-0866-3453">https://orcid.org/0000-0002-0866-3453</a>



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>País:</b> Perú  <b>Departamento:</b> Puno  <b>Provincia:</b> San Román  <b>Distrito:</b> San Miguel  <b>Coordenadas:</b>  <b>Latitud:</b> -15.3894735  <b>Longitud:</b> -70.1393726  <b>URL Maps:</b>  <a href="https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1DbVb2gfaKLNEbTpzJyYkoskiGMbg_sA&amp;usp=sharing">https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1DbVb2gfaKLNEbTpzJyYkoskiGMbg_sA&amp;usp=sharing</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> Librería	<p><b>Ingeniería Civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>

UNIVERSIDAD ANDINA "VÍCTOR CHIRRE VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS RURALES  
  
 Dr. Fritz Billy Mamani Apaza  
 DIRECTOR  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE, identificado con DNI  
Nro. 44049245, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**  
 **Programa de Segunda Especialidad,**  
 **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la  **Tesis** o  **Trabajo de Investigación**,  **Trabajo Académico**  
denominada:

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO  
DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL  
EN EL AÑO 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 31 de DICIEMBRE del 2024



Firma del Asesor  
(obligatoria)



Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A mis amigos, por sus consejos, por las risas compartidas y por estar allí cuando más los necesite.

A los profesores y mentores que me han guiado en este viaje, por su paciencia, dedicación y por enseñarme más allá de lo que los libros pueden.

Finalmente, dedico esta tesis a mi futuro, con la esperanza de que el conocimiento y las experiencias adquiridas me permitan contribuir positivamente.



## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental de este pro.

A mi asesor de tesis de tesis, por su dedicación, orientación constante y por siempre desafiarme a alcanzar el máximo potencial en cada etapa de este trabajo. Sus consejos y conocimientos han sido imprescindibles para la culminación de este proyecto.

A mi familia, en especial a mis padres, por su amor incondicional, por enseñarme a perseverar frente a las dificultades y por brindarme la confianza necesaria para seguir adelante en mis estudios.

A mis compañeros de estudio y amigos, por su colaboración y apoyo durante este tiempo. Sus conversaciones y aportes han enriquecido no solo este trabajo, sino también mi experiencia académica.

A todas las personas que de alguna forma han contribuido al desarrollo de este trabajo de investigación, ya sea con información, recursos o simplemente con su aliento.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiv

### CAPITULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática.....	1
1.1.1. Problema general.....	2
1.1.2. problemas específicos.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. objetivo general.....	3
1.2.2. objetivos específicos.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Variables.....	5



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes .....	6
2.1.1. Internacional .....	6
2.1.2. Nacional .....	9
2.1.3. Regional .....	11
2.2. Marco teórico .....	13
2.2.1. Maquinaria pesada .....	13
2.2.2. Tipos de maquinaria pesada utilizados en el movimiento de tierras	14
2.2.3. Características técnicas y operativas de las máquinas.....	15
2.2.4. Principios Básicos del Rendimiento de Maquinaria Pesada .....	15
2.2.5. Ciclo de trabajo de maquinaria pesada en movimiento de tierras ...	17
2.2.6. Factores que afectan el rendimiento de la maquinaria pesada .....	19
2.2.7. Capacitación del operador: influencia en la eficiencia y productividad ..	21
2.2.8. Métodos de evaluación del rendimiento de maquinaria pesada .....	21
2.2.9. Evaluación del rendimiento de maquinaria pesada en proyectos viales....	24
2.2.10. Impacto del rendimiento de maquinaria en el proyecto de infraestructura vial .....	26
2.2.11. Tecnologías y tendencias en la mejora del rendimiento de maquinaria pesada .....	28



2.2.12. Mantenimiento predictivo: implementación de mantenimiento predictivo..... 29

**CAPITULO III**

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. Diseño de la investigación ..... 31

3.2. Tipo de investigación ..... 31

3.3. Método de investigación ..... 32

3.4. Nivel de investigación ..... 32

3.5. Población y muestra ..... 32

    3.5.1. Población ..... 32

    3.5.2. Muestra ..... 33

3.6. Técnicas e instrumentos..... 33

    3.6.1. Técnicas..... 33

    3.6.2. Instrumentos ..... 33

3.7. Materiales y métodos..... 34

    3.7.1. Materiales ..... 34

    3.7.2. Metodología para la medición de rendimientos de maquinaria..... 34

**CAPITULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Resultados y discusión de rendimientos en la actividad movimiento de tierras ..... 36



4.1.1. Rendimiento de excavadora de oruga.....	36
4.1.2. Rendimiento de cargador frontal. ....	40
4.1.3. Rendimiento de volquete de 15 m3.....	44
4.2. Análisis de cuestionario para determinar causas que afectan la productividad .....	48
CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES .....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXOS.....	65



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Impacto en el tiempo de ejecución .....	26
Tabla 2: rendimientos Estándares para Excavadora.....	36
Tabla 3: Factores de conversión volumétrica .....	37
Tabla 4: Rendimiento diario de excavadora de oruga usado en la actividad movimiento de tierras.....	38
Tabla 5: Rendimiento del tractor orugas CAT D6T para Movimiento de tierras....	38
Tabla 6: Causas sobre el rendimiento real de excavadora oruga .....	39
Tabla 7: Rendimiento de cargador frontal 950h.....	40
Tabla 8: Factores de conversión volumétrica .....	41
Tabla 9: Rendimiento diario del tractor cargador frontal.....	42
Tabla 10: Rendimiento del tractor Cargador frontal para Movimiento de tierras...	43
Tabla 11: Causas del rendimiento real en cargador frontal.....	43
Tabla 12: Rendimiento diario del camión volquete .....	46
Tabla 13: Rendimiento del Camión volquete de 15 m3 para Movimiento de tierras ...	46
Tabla 14: Causas del rendimiento real .....	47
Tabla 15: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 1 .....	48
Tabla 16: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 2 .....	48
Tabla 17: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 3 .....	49
Tabla 18: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 4 .....	50
Tabla 19: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 5 .....	50



Tabla 20: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 6 .....	51
Tabla 21: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 7 .....	52
Tabla 22: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 8 .....	52
Tabla 23: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 9 .....	53
Tabla 24: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 10 .....	54
Tabla 25: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 11 .....	54
Tabla 26: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 12 .....	55
Tabla 27: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 13 .....	56
Tabla 28: Cantidad de respuestas a la Pregunta número 14 .....	56



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número .....	48
Figura 2: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 2 .....	49
Figura 3: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 3 .....	49
Figura 4: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 4 .....	50
Figura 5: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 5 .....	51
Figura 6: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 6 .....	51
Figura 7: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 7 .....	52
Figura 8: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 8 .....	53
Figura 9: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 9 .....	53
Figura 10 Porcentaje de respuestas a la Pregunta número: 10 .....	54
Figura 11 Porcentaje de respuestas a la Pregunta número: 11 .....	55
Figura 12: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 12 .....	55
Figura 13: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 13 .....	56
Figura 14: Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 14 .....	57



## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general evaluar el rendimiento de la maquinaria pesada utilizada en proyectos de movimiento de tierras para infraestructura vial en el distrito de San Miguel, Puno. A través de un análisis detallado, se identificaron los tipos de maquinaria involucrados en los proyectos, los factores que afectan su rendimiento y se definieron indicadores clave para su evaluación operativa.

Se encontró que el rendimiento de las principales máquinas empleadas (excavadora oruga, cargador frontal y camión volquete) está significativamente afectado por diversos factores, entre ellos la altitud del lugar de trabajo (más de 3500 metros sobre el nivel del mar), la antigüedad de los equipos, y la falta de experiencia y capacitación de los operadores. La reducción de la potencia de los motores debido a la menor presión atmosférica a grandes altitudes, así como los períodos de inactividad o tiempos muertos en los cuales los operadores mantienen las máquinas encendidas sin realizar tareas efectivas, fueron identificados como causas fundamentales que reducen la eficiencia operativa de las máquinas.

Los resultados del rendimiento teórico y real de las máquinas mostraron una clara discrepancia: la excavadora oruga, cuyo rendimiento teórico era de 65 m<sup>3</sup>/h, solo alcanzó un rendimiento promedio de 21.44 m<sup>3</sup>/h; el cargador frontal, con un rendimiento teórico de 70 m<sup>3</sup>/h, obtuvo un rendimiento promedio de 51.33 m<sup>3</sup>/h; y el camión volquete, cuya capacidad teórica era superior, logró un rendimiento promedio de 18.79 m<sup>3</sup>/h. Entre las principales causas del bajo rendimiento se destacan las condiciones de los equipos, el tiempo de carga y descarga, la experiencia de los operadores, la escasa actualización tecnológica de la maquinaria



y las dificultades logísticas derivadas de la entrega a tiempo de materiales y equipos.

Además, mediante la aplicación de un cuestionario a los trabajadores del proyecto, se obtuvieron valiosos datos sobre los problemas percibidos en el entorno laboral. Un 50% de los encuestados consideró que la maquinaria no era la adecuada para los proyectos, y un 45% sugirió que debería actualizarse a modelos más recientes. También se identificaron deficiencias en el mantenimiento de la maquinaria, con un 20% de los encuestados señalando que no se realiza adecuadamente. En cuanto a la organización del trabajo, un 65% de los encuestados indicó que la forma de desarrollar los proyectos es inadecuada, lo que limita la productividad.

Con base en estos hallazgos, se concluye que la optimización del rendimiento de la maquinaria en el distrito de San Miguel requiere una actualización tecnológica de los equipos, una mejora en la formación y capacitación de los operadores, y una mayor eficiencia en la gestión de los tiempos de trabajo y los recursos materiales. Además, se recomienda la implementación de medidas que reduzcan los tiempos muertos, como una mejor planificación de los procesos y un control más eficiente de la logística y el mantenimiento de las máquinas. La mejora de estas condiciones contribuirá a aumentar la productividad y a garantizar el éxito de los proyectos de infraestructura vial en la zona.

**Palabras clave:** Rendimientos, rendimiento teórico, maquinaria pesada, conformación, movimiento de tierras.



## ABSTRACT

This research aims to evaluate the performance of heavy machinery used in earthmoving projects for road infrastructure in the district of San Miguel, Puno. Through a detailed analysis, the types of machinery involved in the projects were identified, the factors affecting their performance were analyzed, and key indicators for their operational evaluation were defined.

It was found that the performance of the main machines used (crawler excavator, front loader, and dump truck) is significantly affected by various factors, including the altitude of the work site (over 3500 meters above sea level), the age of the equipment, and the lack of experience and training of the operators. The reduction in engine power due to lower atmospheric pressure at high altitudes, as well as periods of inactivity or idle time during which operators keep the machines running without performing tasks, were identified as key causes that reduce the operational efficiency of the machines.

The results of the theoretical and actual performance of the machines showed a clear discrepancy: the crawler excavator, whose theoretical performance was 65 m<sup>3</sup>/h, only achieved an average performance of 21.44 m<sup>3</sup>/h; the front loader, with a theoretical performance of 70 m<sup>3</sup>/h, achieved an average performance of 51.33 m<sup>3</sup>/h; and the dump truck, with a higher theoretical capacity, reached an average performance of 18.79 m<sup>3</sup>/h. Among the main causes of low performance are the condition of the equipment, loading and unloading times, the operators' experience, the outdated technology of the machinery, and logistical difficulties arising from the timely delivery of materials and equipment.

Furthermore, a questionnaire applied to the project workers provided valuable data about the perceived problems in the work environment. Fifty percent



of the respondents believed that the machinery was not suitable for the projects, and 45% suggested that it should be updated to more recent models. Maintenance deficiencies were also identified, with 20% of respondents noting that maintenance was not carried out adequately. Regarding work organization, 65% of respondents indicated that the way projects were developed was inadequate, which limited productivity.

Based on these findings, it is concluded that optimizing machinery performance in the San Miguel district requires technological updates to the equipment, improved training and skills development for operators, and greater efficiency in managing work time and material resources. Additionally, it is recommended to implement measures to reduce idle times, such as better process planning and more efficient control of logistics and machinery maintenance. Improving these conditions will contribute to increasing productivity and ensuring the success of road infrastructure projects in the area.

**Keywords:** Performance, theoretical performance, heavy machinery, shaping, earthmoving.



## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de infraestructura vial es un factor clave para el crecimiento económico y social de las ciudades, ya que facilita el transporte de bienes y personas, mejora la conectividad entre regiones y contribuye a la calidad de vida de los habitantes. En este contexto, el uso eficiente de maquinaria pesada en el movimiento de tierras es esencial para garantizar que los proyectos se ejecuten de manera oportuna, con altos estándares de calidad y optimización de recursos.

El distrito de San Miguel, como parte de una región en constante crecimiento, ha experimentado un aumento significativo en la demanda de proyectos viales que mejoren la transitabilidad y respondan a las necesidades de su población. Sin embargo, uno de los principales desafíos en estos proyectos es la adecuada gestión y evaluación del rendimiento de la maquinaria pesada utilizada en las etapas iniciales de construcción, especialmente en el movimiento de tierras. Este aspecto es crucial, ya que un rendimiento deficiente puede ocasionar retrasos, sobrecostos y resultados que no cumplan con las especificaciones técnicas requeridas.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el rendimiento de la maquinaria pesada empleada en el movimiento de tierras para proyectos de infraestructura vial en el distrito de San Miguel. A través de un análisis detallado de factores como la productividad, los costos operativos, los tiempos de ejecución y las condiciones del terreno, se busca identificar las principales limitaciones y proponer estrategias que optimicen el uso de los equipos, contribuyendo así a una gestión más eficiente de los recursos.

Esta tesis no solo proporciona un diagnóstico de la situación actual, sino que también aporta herramientas prácticas y recomendaciones que pueden ser



aplicadas en futuros proyectos viales en la región, promoviendo un enfoque sostenible y eficaz en la ejecución de obras civiles. Con ello, se espera contribuir al fortalecimiento del sector de la construcción y a la mejora de la infraestructura vial en beneficio de la comunidad de San Miguel.



## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Exposición de la situación problemática

La infraestructura vial es un pilar fundamental para el desarrollo socioeconómico de cualquier región, ya que permite mejorar la conectividad, el transporte de bienes y servicios, y la calidad de vida de la población. En el distrito de San Miguel, la creciente demanda de proyectos viales para atender las necesidades de su población pone en evidencia la importancia de una gestión eficiente de los recursos utilizados en estas obras. Uno de los aspectos más críticos en la construcción de infraestructura vial es el movimiento de tierras, etapa que representa un porcentaje significativo del costo y tiempo total del proyecto.

En este contexto, la maquinaria pesada juega un rol esencial, ya que su desempeño impacta directamente en la productividad, los costos y la sostenibilidad de las obras. Sin embargo, en el distrito de San Miguel, se han identificado diversos problemas asociados al rendimiento de la maquinaria pesada durante el movimiento de tierras. Entre estos se encuentran la falta de planificación adecuada, el uso de equipos no apropiados para las características del terreno, el mantenimiento deficiente de los equipos y la limitada capacitación del personal encargado de su operación.



Estos factores generan ineficiencias como demoras en los tiempos de ejecución, incrementos en los costos operativos, mayor desgaste de los equipos y, en algunos casos, incumplimiento de los estándares de calidad requeridos. Adicionalmente, la falta de un análisis detallado del rendimiento de la maquinaria dificulta la identificación de problemas específicos y la implementación de mejoras.

La ausencia de estudios específicos sobre el rendimiento de la maquinaria pesada en el distrito de San Miguel agrava esta situación, ya que limita la capacidad de los gestores y operadores para tomar decisiones informadas. Por ello, resulta fundamental abordar esta problemática mediante una evaluación sistemática que permita identificar las principales limitaciones, proponer estrategias de mejora y establecer parámetros que optimicen el uso de estos equipos, asegurando así el éxito de los proyectos de infraestructura vial y contribuyendo al desarrollo sostenible de la región.

### **1.1.1. Problema general**

- ¿Cuál es el rendimiento de la maquinaria pesada utilizada en proyectos de movimiento de tierras para infraestructura vial en el distrito de San Miguel?

### **1.1.2. problemas específicos**

- ¿Qué tipos de maquinaria pesada se utilizan en proyectos de movimiento de tierras en San Miguel?
- ¿Qué factores afectan el rendimiento operativo de la maquinaria pesada?
- ¿Qué indicadores permiten evaluar el rendimiento de la maquinaria pesada en estos proyectos?



## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. *objetivo general*

- Evaluar el rendimiento de la maquinaria pesada utilizada en el movimiento de tierras para infraestructura vial en el distrito de San Miguel.

### 1.2.2. *objetivos específicos*

- Identificar los tipos de maquinaria pesada utilizados en proyectos de movimiento de tierras en San Miguel.
- Analizar los factores que afectan el rendimiento de la maquinaria pesada en el contexto del distrito.
- Definir indicadores clave para la evaluación del rendimiento operativo de la maquinaria.

## 1.3. Justificación

El desarrollo de infraestructura vial en el distrito de San Miguel, departamento de Puno, es una necesidad urgente para mejorar la conectividad y el acceso a bienes y servicios esenciales. Sin embargo, uno de los principales retos en la ejecución de estos proyectos radica en el manejo eficiente del movimiento de tierras, una etapa clave que representa una proporción significativa de los costos y el tiempo total de construcción.

En este contexto, la maquinaria pesada es indispensable para llevar a cabo dichas actividades, ya que su rendimiento afecta directamente la productividad, la calidad y la sostenibilidad de las obras. No obstante, en el distrito de San Miguel se han identificado múltiples factores que limitan la eficiencia de estas máquinas. Entre ellos, destacan:



1. **Falta de planificación técnica adecuada:** La selección de maquinaria no siempre se realiza considerando las condiciones específicas del terreno, lo que resulta en ineficiencias operativas y desgaste prematuro de los equipos.
2. **Mantenimiento deficiente:** Muchas máquinas no reciben un mantenimiento preventivo adecuado, lo que aumenta su tiempo de inactividad y disminuye su vida útil.
3. **Capacitación insuficiente del personal:** Los operadores de maquinaria a menudo carecen de formación técnica especializada, lo que afecta tanto la seguridad como el rendimiento de los equipos.
4. **Condiciones topográficas y climáticas adversas:** En la región de Puno, las características geográficas y las variaciones climáticas extremas dificultan el uso óptimo de maquinaria pesada, aumentando los desafíos logísticos y operativos.
5. **Ausencia de estudios locales sobre rendimiento:** La falta de investigaciones específicas en la zona ha limitado la capacidad de las empresas constructoras para implementar estrategias basadas en datos que optimicen el uso de maquinaria pesada.

Estas deficiencias no solo generan sobrecostos y retrasos en los proyectos de infraestructura vial, sino que también afectan negativamente la calidad de las obras terminadas y, en última instancia, la satisfacción de las necesidades de la población local.

Dada la importancia estratégica del movimiento de tierras en los proyectos viales y las limitaciones observadas en el distrito de San Miguel, resulta fundamental llevar a cabo una evaluación exhaustiva del rendimiento de la



maquinaria pesada. Este análisis permitirá identificar los factores que afectan su desempeño, proponer soluciones prácticas y establecer lineamientos para optimizar su uso, contribuyendo al desarrollo sostenible de la infraestructura vial en la región.

## 1.4. Variables

### 1.4.1. Variable independiente

- Tipo de maquinaria, mantenimiento, capacitación de operadores.

#### Dimensión

- Tipo de maquinaria
- Mantenimiento
- Capacitación de operadores

### 1.4.2. Variable dependiente

- Rendimiento (eficiencia, productividad, costo por unidad de trabajo).

#### Dimensión

- Eficiencia operativa
- Productividad
- Costo operativo



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. *Internacional*

Se diseñó una metodología orientada a evaluar el desempeño de la maquinaria pesada empleada en obras de construcción vial, con un enfoque específico en el contexto colombiano. Dicha metodología se fundamenta en la recolección de información primaria que respalde el análisis y toma en cuenta factores determinantes como el recurso humano, las condiciones del terreno y la altitud. Este último aspecto se incorpora mediante el concepto de "factor de ajuste por altitud", el cual incide directamente en la eficiencia operativa de los equipos utilizados en tareas constructivas. El propósito central de esta propuesta metodológica es establecer lineamientos precisos para cuantificar el rendimiento de maquinaria en labores comunes como la excavación y el movimiento de tierras. La investigación se sustenta en documentos técnicos, como fichas de especificaciones de maquinaria pesada, y en los aportes del ingeniero Walter Ibáñez, quien analizó cómo la altitud afecta el rendimiento de la maquinaria en el caso peruano. (Buitrago et al., 2023)



De acuerdo con Ramírez-Porras (2019), el proyecto desarrollado bajo la modalidad de Práctica Dirigida tuvo como objetivo principal estimar la productividad y el rendimiento de la maquinaria vial perteneciente a la Municipalidad de Buenos Aires. Esta estimación se realizó con el fin de diagnosticar el nivel actual de eficiencia operativa. A partir de los datos obtenidos, en conjunto con los rendimientos teóricos, se plantearon recomendaciones de mejora para optimizar los procesos de construcción vial. Para llevar a cabo un análisis más exhaustivo, se definieron varias metas específicas: caracterizar los equipos utilizados y las actividades que ejecutan, calcular su productividad y rendimiento, así como los costos por kilómetro; efectuar una comparación entre los rendimientos teóricos y los reales observados; identificar las variables que influyen en estos rendimientos y, finalmente, proponer acciones correctivas que permitan mejorar dichos aspectos. Como resultado, se elaboró una base de datos con la información recopilada, incluyendo estimaciones de rendimiento real, comparación con valores teóricos, análisis de costos, causas de baja productividad y propuestas de mejora. El estudio concluyó que los rendimientos reales eran menores a los esperados y que la productividad era reducida, por lo que se emitieron recomendaciones orientadas a elevar el rendimiento. Esta investigación proporcionó al municipio una herramienta útil para autoevaluar su eficiencia y tomar decisiones informadas respecto a inversiones y gestión operativa, lo cual podría traducirse en ahorro de tiempo y recursos económicos. El estudio se realizó considerando las condiciones particulares de la zona de Buenos Aires, en el periodo comprendido entre abril y julio de 2019.



Por su parte, Bello Lozano y Álvarez Barrios (2015) afirman que los rendimientos de maquinaria pesada en actividades de movimiento de tierras son esenciales para una adecuada planificación, estimación de costos y control de obra, ya que proporcionan datos clave para ajustar presupuestos y cronogramas de manera más precisa. La tabla de rendimientos recolectada directamente en campo representa una herramienta local valiosa para obtener estimaciones objetivas y acertadas del rendimiento de los equipos pesados en estas actividades. La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando trabajo documental y de campo. Las mediciones directas en obra constituyeron la principal fuente de información primaria para cada actividad analizada. Además, se aplicaron encuestas a empresas especializadas en movimiento de tierras para conocer los criterios actuales usados en la estimación de rendimientos. Los datos fueron organizados y analizados utilizando técnicas estadísticas y matemáticas con el fin de llegar a conclusiones sólidas sobre los rendimientos reales. Entre las fuentes secundarias se consultaron manuales técnicos de fabricantes, los cuales ofrecen métodos teóricos para calcular la producción horaria y los factores que inciden en ella. Como resultado, se construyó una base de datos de rendimientos específicos por tipo de equipo, obtenidos a partir de mediciones reales en obra, con resultados óptimos para cada caso. Este aporte enriquece la literatura existente sobre el tema y sienta las bases para investigaciones futuras. Gracias a esta labor, ahora se cuenta con información actualizada tanto desde el enfoque teórico como desde la experiencia práctica, lo que permite elaborar presupuestos y cronogramas más cercanos a la realidad operativa.



## 2.1.2. Nacional

Gaitán Paredes (2024) desarrolló un estudio con el objetivo de identificar los elementos que afectan negativamente la eficiencia de una excavadora CAT 320 D2L durante labores de movimiento de tierras en la vía Huallangate–San José, ubicada en la provincia de Chota, a una altitud de 2,421 metros sobre el nivel del mar y caracterizada por un terreno ondulado. Bajo un enfoque cuantitativo, se examinó un tramo de 10 kilómetros, empleando una carta de balance adaptada como herramienta para evaluar tanto el desempeño de la máquina como el aprovechamiento del tiempo de trabajo y los factores influyentes. Los hallazgos señalaron que los factores con mayor incidencia en la productividad fueron el clima, la naturaleza del suelo, la experiencia del operador y la antigüedad del equipo. Se evidenció que operadores con mayor experiencia obtenían mejores resultados y un uso más eficiente del tiempo laboral. En contraste, equipos con mayor tiempo de uso presentaban una disminución en el rendimiento, aunque sin afectar los tiempos operativos. Además, suelos de mayor dureza, como rocas sueltas o compactas, reducían significativamente tanto la productividad como las horas efectivas de trabajo, mientras que condiciones climáticas severas, como lluvias intensas, también limitaban el rendimiento del equipo. En conclusión, estos factores impactaron negativamente la productividad de la maquinaria pesada, reflejándose en una notable reducción del rendimiento, alcanzando apenas el 68.08% de la meta de planificación y el 55.37% del rendimiento teórico estimado para la excavadora evaluada.

Por su parte, Maticorena Gálvez (2019) presentó una tesis titulada “Evaluación del Rendimiento Económico para la Renovación Adecuada del Cargador Frontal 966H – Caterpillar”, cuyo propósito fue establecer criterios y



estrategias adecuadas para renovar maquinaria pesada, especialmente el cargador frontal, de manera oportuna en la región central del Perú. El marco teórico aborda inicialmente la identificación del problema, considerando una diversidad de marcas y modelos de maquinaria, con el fin de formular una estrategia de renovación que potencie el rendimiento económico y favorezca el desarrollo empresarial continuo. Asimismo, se analizan las aplicaciones específicas de la maquinaria utilizada en movimiento de tierras, conocida también como "maquinaria amarilla". En esta investigación, se seleccionó el modelo Caterpillar 966H como caso de estudio debido a su amplia presencia en el mercado nacional. Este tipo de maquinaria resulta fundamental para las labores de movimiento de tierra, ya que facilita la interacción con otros equipos y permite trasladar grandes volúmenes de material de un sitio a otro, actuando además como un elemento de conexión entre diferentes procesos constructivos. El estudio resalta la importancia de aplicar modelos técnicos y criterios específicos para un uso eficiente de este tipo de maquinaria, lo cual incrementa la productividad del sector y promueve el crecimiento dentro de un sistema económico basado en el mercado. Frente a este contexto, se plantea una alternativa técnica y económicamente viable para abordar los desafíos asociados a la renovación de equipos pesados.

En cuanto a la investigación de Lazo Acuña y Ramírez León (2021), titulada "Rendimiento del Equipo de Conservación Vial y su Incidencia en los Costos de Obra en la Red Vial Vecinal", su objetivo fue determinar el rendimiento de la maquinaria empleada en tareas de conservación vial en caminos vecinales y cómo este rendimiento influye en los costos del proyecto. El estudio se clasifica como descriptivo, ya que se centró en calcular el rendimiento de los equipos a partir de los manuales técnicos proporcionados por los fabricantes. Además, para el análisis



económico de cada partida, se estableció el costo horario de los equipos utilizados en el ámbito de la construcción. La investigación permitió identificar distintos factores que afectan el desempeño de los equipos durante actividades de mantenimiento vial, ofreciendo así información valiosa para la proyección de costos en futuros proyectos. Para el cálculo del rendimiento, se recurrió al manual de Caterpillar, aplicando sus fórmulas y tablas específicas, y se consideraron variables que pudieran influir en el rendimiento de cada equipo. Entre los equipos evaluados se incluyeron: tractor de oruga, excavadora sobre orugas, cargador frontal, motoniveladora y rodillo liso. Al comparar los valores teóricos proporcionados por los fabricantes con los obtenidos en campo, se determinó que los rendimientos teóricos son significativamente mayores, lo cual podría ocasionar errores en la estimación de costos durante la fase de planificación, derivando en gastos reales más elevados que los previstos.

### **2.1.3. Regional**

Igochea Vera (2018) desarrolló un análisis integral de los aspectos relacionados con los costos, el presupuesto y la programación del proyecto denominado "Mejoramiento de la Infraestructura Vial Urbana en la Localidad de Cacatachi, Distrito de Cacatachi, San Martín", con el propósito de aplicar adecuadamente los procesos de formulación presupuestaria y de programación para asegurar que la obra reúna las condiciones necesarias para ser financiada. Para lograr dicho propósito, se efectuó una evaluación detallada de los costos, basada en cotizaciones obtenidas en el mercado, lo que permitió estructurar tanto el presupuesto como el cronograma de ejecución del proyecto. Estos análisis resultaron fundamentales para planificar correctamente las intervenciones necesarias en la mejora de la infraestructura vial. La recolección y el procesamiento



de los datos de campo se realizaron con la participación directa del responsable del estudio, en coordinación con el equipo técnico de la Municipalidad de Cacatachi. Para ello, se aplicaron principios clave de la gestión de proyectos de construcción, como el análisis de costos unitarios, la relación de insumos y la programación mediante el uso del Diagrama de Barras Gantt. En el desarrollo del estudio se utilizaron herramientas tecnológicas como AutoCAD, Microsoft Excel, Sistema 10 (versión 2005) y Microsoft Project. Como resultado, se logró generar la documentación técnica necesaria para la elaboración del expediente del proyecto, lo cual facilitará su financiamiento. Además, el trabajo se realizó en el marco de la responsabilidad social universitaria, como parte de la vinculación con la Universidad Nacional de San Martín, contribuyendo así al desarrollo social y cultural de la comunidad beneficiaria.

Catacora Mamani (2019), por su parte, se enfocó en analizar los niveles de rendimiento real y rendimiento estimado de la maquinaria pesada operada por la empresa C y M Vizcarra en la mina San Rafael, ubicada en San Román, Juliaca, en la región Puno. El objetivo fue determinar no solo el rendimiento efectivo, sino también el rendimiento esperado y las pérdidas de rendimiento durante un periodo de operación determinado. La población del estudio incluyó a toda la maquinaria activa en la mina, trabajando con una muestra de 28 equipos. Para la obtención de los datos, se recurrió al análisis documental, tomando como fuente los informes de mantenimiento generados por la empresa. Los resultados revelaron que tanto el rendimiento efectivo como el esperado eran bajos, y que las pérdidas de rendimiento no presentaban diferencias marcadas entre niveles altos o bajos. En consecuencia, se concluyó que el nivel de eficiencia, tanto del rendimiento real



como del teórico, no alcanzaba los estándares deseables, lo cual refleja una baja productividad en la operación de los equipos evaluados.

Finalmente, Berrospi Ventosilla & Quispe Chacón (2023) realizaron un estudio orientado al análisis estratégico de la empresa Maquinaria Pesada S.A.C., especializada en el alquiler de maquinaria pesada bajo un modelo de negocio B2B (empresa a empresa). Para desarrollar el diagnóstico empresarial, se aplicaron diversas herramientas de análisis estratégico como FODA, EFE (Evaluación de Factores Externos), EFI (Evaluación de Factores Internos), MADE, MADI y la cadena de valor. La información necesaria se obtuvo a partir de entrevistas con la Gerenta del Área de Administración y Finanzas, así como del análisis de documentación interna de la empresa. A partir del diagnóstico, se concluyó que la empresa cuenta con el potencial necesario para implementar estrategias orientadas a su crecimiento y fortalecimiento. Se propusieron tres alternativas estratégicas: la primera, buscar la homologación como proveedor de compañías del sector minero; la segunda, realizar inversiones tecnológicas que mejoren los procesos y aumenten la eficiencia operativa; y la tercera, desarrollar un área de ventas enfocada en identificar y captar nuevos proyectos. Tras una evaluación comparativa de viabilidad, se determinó que la estrategia más conveniente para la empresa es la creación de una unidad de ventas especializada, orientada a ampliar su participación en el mercado mediante la identificación proactiva de oportunidades de negocio.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Maquinaria pesada**

La maquinaria pesada comprende un conjunto de equipos motorizados de grandes dimensiones y alto rendimiento, diseñados específicamente para llevar a



cabo tareas en sectores como la construcción, la minería y el movimiento de tierras, entre otros. Este tipo de maquinaria abarca equipos utilizados para excavar, transportar, nivelar y compactar distintos tipos de materiales. Su clasificación se realiza en función de su uso específico, capacidad de carga y tipo de labor que ejecutan. Así, se agrupan en categorías como excavadoras, cargadores frontales, motoniveladoras, camiones volquete, entre otros (Harris, 2017).

## **2.2.2. Tipos de maquinaria pesada utilizados en el movimiento de tierras**

### **Excavadoras**

Las excavadoras son máquinas especializadas en labores de excavación, utilizadas para remover tierra, rocas u otros materiales sueltos. Se distinguen por contar con un brazo articulado y una cuchara, lo que les permite operar a diversas profundidades. Su uso es fundamental en la creación de zanjas, perforación de pozos y excavaciones en superficies irregulares (Meyer, 2018).

### **Cargadores Frontales**

Estos equipos están diseñados principalmente para la carga de materiales como arena, grava o tierra en una pala situada en la parte delantera de la máquina. Los cargadores frontales resultan muy eficaces para movilizar grandes cantidades de material en trayectos cortos (Johnson & Miller, 2019).

### **Camiones Volquete**

Los camiones volquete son vehículos empleados para el traslado de materiales pesados, tales como escombros, tierra o piedra triturada. Su característica más destacada es la tolva basculante, que facilita la descarga del contenido en el lugar deseado con rapidez y eficiencia (Pérez & González, 2015; Johnson & Miller, 2019).



### **2.2.3. Características técnicas y operativas de las máquinas**

Las características técnicas y operativas de la maquinaria pesada son fundamentales para comprender su rendimiento en el campo. Las excavadoras, por ejemplo, se caracterizan por tener una gran capacidad de excavación y un brazo articulado que puede extenderse para trabajar a distintas alturas y profundidades. Estas máquinas están diseñadas para operar en terrenos difíciles y son cruciales en la construcción de zanjas, pozos y excavaciones en terrenos irregulares (Hughes, 2016).

Por otro lado, los **cargadores frontales** son equipos más compactos y ágiles que permiten un rápido movimiento de materiales en distancias cortas, con una pala ajustable que varía en capacidad según el modelo (Kirk, 2017). Las **motoniveladoras**, por su parte, están diseñadas para trabajar en la nivelación de suelos, lo que requiere un sistema de control preciso para ajustar la altura de la cuchilla y asegurar que el terreno quede completamente nivelado (Baker, 2018).

### **2.2.4. Principios Básicos del Rendimiento de Maquinaria Pesada**

**Factores que influyen en el rendimiento (capacidad, velocidad, tiempo de ciclo, etc.)**

El rendimiento de la maquinaria pesada está determinado por varios factores técnicos y operativos. Entre los factores más relevantes se encuentran:

**Capacidad de carga:** La cantidad de material que una máquina puede mover o manipular en un ciclo determinado. La capacidad de carga influye directamente en la eficiencia de la maquinaria, ya que una mayor capacidad permite realizar el trabajo en menos tiempo (Pérez & González, 2015).



**Velocidad de operación:** La velocidad con la que una máquina realiza el trabajo también es crucial para determinar su rendimiento. Esto incluye tanto la velocidad de desplazamiento como la velocidad de ejecución de las tareas de carga o excavación (Sánchez, 2016).

**Tiempo de ciclo:** El ciclo de trabajo de la maquinaria, que incluye las fases de carga, transporte, descarga y retorno, es otro factor clave. Un tiempo de ciclo corto se traduce en un mayor rendimiento, ya que permite completar más tareas en un menor tiempo (Fernández & Ramírez, 2017).

**Eficiencia operativa:** definición y variables involucradas

La eficiencia operativa de la maquinaria pesada se refiere a la capacidad de la máquina para realizar su trabajo utilizando el mínimo esfuerzo, tiempo y recursos. Esta eficiencia está directamente relacionada con varias variables:

**Mantenimiento preventivo:** Las máquinas bien mantenidas operan con mayor eficiencia, ya que tienen menos probabilidades de fallos y necesitan menos tiempo de inactividad para reparaciones (Sánchez, 2016).

**Capacitación del operador:** La habilidad del operador también tiene un gran impacto en la eficiencia operativa. Un operador experimentado puede maximizar el rendimiento de la maquinaria, reduciendo el tiempo de trabajo y el desgaste de los componentes (Pérez & González, 2015).

**Condiciones del terreno:** El tipo de terreno (rocoso, suave, húmedo, etc.) influye en la eficiencia de la maquinaria, ya que ciertos terrenos pueden hacer que la máquina trabaje con mayor esfuerzo, lo que reduce su rendimiento (Fernández & Ramírez, 2017).



### **2.2.5. Ciclo de trabajo de maquinaria pesada en movimiento de tierras**

#### **Fases del ciclo de trabajo: carga, transporte, descarga, retorno**

El ciclo de trabajo de maquinaria pesada en proyectos de movimiento de tierras se compone de varias fases clave que determinan la eficiencia operativa de la maquinaria. Estas fases incluyen:

**Carga:** En esta fase, la máquina (generalmente un cargador o excavadora) recoge el material a mover, como tierra, roca o escombros. El proceso de carga debe realizarse de manera eficiente para minimizar el tiempo de ciclo (Pérez, 2015).

**Transporte:** Una vez que la carga se ha recolectado, la maquinaria (como un camión volquete o una excavadora de orugas) transporta el material hasta el área de destino. El tiempo de transporte depende de la distancia entre el punto de carga y el de descarga, así como de las condiciones del terreno (Sánchez, 2016).

**Descarga:** En la fase de descarga, el material se vacía en el sitio destinado, utilizando la caja basculante del camión volquete o el brazo de una excavadora. Esta fase es crucial para asegurar un proceso eficiente y evitar el tiempo perdido (Gómez, 2017).

**Retorno:** Después de descargar, la máquina regresa al punto de carga para comenzar el siguiente ciclo. El tiempo de retorno puede verse afectado por factores como la distancia y las condiciones del terreno (González & Martín, 2018).

#### **Tiempo de ciclo y su influencia en el rendimiento**

El **tiempo de ciclo** se refiere al tiempo total que tarda una máquina en completar las cuatro fases del ciclo de trabajo (carga, transporte, descarga y retorno). Este es un indicador clave del rendimiento, ya que un ciclo de trabajo corto



implica que la máquina puede completar más ciclos por hora, aumentando así su productividad. El tiempo de ciclo depende de varios factores, como la capacidad de carga, la velocidad de transporte y las distancias recorridas (Sánchez, 2016). Un ciclo eficiente no solo mejora el rendimiento de la maquinaria, sino que también impacta positivamente en el costo total del proyecto, ya que reduce el tiempo necesario para completar las tareas de movimiento de tierras (Gómez, 2017).

## **Estrategias para optimizar los ciclos de trabajo**

Para mejorar la eficiencia en los ciclos de trabajo, se pueden aplicar diversas estrategias. Estas incluyen:

**Mantenimiento preventivo:** Mantener las máquinas en condiciones óptimas de funcionamiento es esencial para evitar paradas imprevistas y asegurar que la máquina opere de manera eficiente durante todo el ciclo (González & Martín, 2018).

**Capacitación del operador:** Un operador bien capacitado puede realizar el ciclo de trabajo de manera más rápida y eficiente, optimizando el uso de la maquinaria y reduciendo el tiempo de inactividad (Pérez, 2015).

**Optimización de rutas:** Reducir las distancias entre el área de carga y descarga, y mejorar la ruta que sigue la maquinaria puede reducir significativamente el tiempo de transporte, lo que tiene un impacto directo en la reducción del tiempo de ciclo (Gómez, 2017).

**Uso de tecnología avanzada:** Implementar sistemas de telemetría y monitoreo en tiempo real permite a los operadores ajustar el rendimiento de la maquinaria en función de las condiciones actuales del terreno y otros factores operativos (Sánchez, 2016).

## 2.2.6. Factores que afectan el rendimiento de la maquinaria pesada

### Condiciones del terreno: tipos de suelo, pendientes, acceso

Las condiciones del terreno tienen un impacto significativo en el rendimiento de la maquinaria pesada, ya que influyen directamente en la capacidad de la máquina para operar de manera eficiente.

**Tipos de suelo:** El tipo de suelo (arcilloso, arenoso, rocoso, etc.) afecta la tracción de las máquinas y su capacidad para moverse y trabajar de manera efectiva. Los suelos duros o rocosos pueden causar mayor desgaste y disminuir la eficiencia operativa (Pérez, 2015).

**Pendientes:** El trabajo en terrenos inclinados o montañosos aumenta el esfuerzo de la maquinaria, lo que puede afectar el tiempo de operación y la capacidad de carga (Sánchez, 2016).

**Acceso:** La accesibilidad al área de trabajo es crucial. Terrenos con caminos estrechos, caminos irregulares o mal acondicionados dificultan el desplazamiento rápido de la maquinaria y aumentan los tiempos de ciclo (Gómez, 2017).

- Condiciones climáticas: lluvias, calor, vientos

El clima también tiene una gran influencia en el rendimiento de la maquinaria pesada. Las **lluvias** pueden hacer que el terreno se vuelva más resbaladizo, dificultando la tracción de las máquinas y aumentando los tiempos de ciclo. El **calor** extremo puede causar sobrecalentamiento en los motores y componentes de las máquinas, reduciendo su vida útil y rendimiento operativo (Sánchez, 2016). Por otro lado, los **vientos** fuertes pueden afectar la estabilidad de la maquinaria, especialmente en máquinas más grandes, como las excavadoras o grúas, lo que



puede reducir la seguridad en las operaciones y afectar la eficiencia en zonas elevadas o abiertas (González & Martín, 2018).

## **Características del material**

**Tipos de tierra:** Los suelos arcillosos o pesados requieren más potencia y mayor esfuerzo de las máquinas para su excavación y transporte. Las **gravas** y **rocas** son materiales más difíciles de manejar debido a su peso y dureza, lo que puede aumentar los tiempos de ciclo y el desgaste de los equipos (Gómez, 2017).

**Roca:** Los equipos especializados, como las **tritadoras**, son necesarios para mover o romper roca, y estos también tienen su propio rendimiento y características que deben ser consideradas en el cálculo general de rendimiento (Sánchez, 2016).

## **Mantenimiento de la maquinaria: impacto de los mantenimientos preventivos y correctivos en el rendimiento**

El mantenimiento de la maquinaria pesada es un factor clave que impacta directamente en el rendimiento.

**Mantenimiento preventivo:** Consiste en las acciones realizadas para evitar fallos y alargar la vida útil de los equipos. Un buen mantenimiento preventivo mejora la eficiencia operativa, reduce los tiempos de inactividad y asegura un rendimiento óptimo (Pérez, 2015).

**Mantenimiento correctivo:** Se refiere a las reparaciones realizadas después de que un componente falla. Las reparaciones no planificadas pueden generar largos períodos de inactividad, reduciendo significativamente el rendimiento de la maquinaria (Gómez, 2017).



### **2.2.7. Capacitación del operador: influencia en la eficiencia y productividad**

La **capacitación del operador** es un factor crítico que determina el rendimiento de la maquinaria. Un operador bien entrenado no solo utiliza las máquinas de manera más eficiente, sino que también reduce el riesgo de daños y desgastes innecesarios en los equipos, lo que prolonga su vida útil y optimiza su productividad (Sánchez, 2016). La capacitación adecuada asegura que el operador pueda manejar correctamente las diferentes situaciones operativas y maximizar el uso de la maquinaria, reduciendo los tiempos de ciclo y aumentando la seguridad en el trabajo (González & Martín, 2018).

### **2.2.8. Métodos de evaluación del rendimiento de maquinaria pesada**

#### **Indicadores de desempeño**

Los **indicadores de desempeño** son medidas fundamentales para evaluar el rendimiento de la maquinaria pesada. Algunos de los más utilizados son:

**Capacidad de carga:** Es la cantidad máxima de material que una máquina puede mover o manipular en un solo ciclo de trabajo. Este indicador está relacionado directamente con el tipo de máquina y su capacidad técnica. Cuanto mayor sea la capacidad de carga, mayor será el rendimiento en términos de volumen movido (Pérez, 2015).

**Tiempo de ciclo:** Se refiere al tiempo total que tarda una máquina en completar un ciclo de trabajo, desde la carga del material hasta el retorno al punto de inicio. El tiempo de ciclo tiene una influencia directa en la productividad, ya que un ciclo más corto permite realizar más trabajos en menos tiempo (Sánchez, 2016).



**Productividad:** Es el resultado de la combinación de la capacidad de carga y el tiempo de ciclo. Se puede calcular como el volumen de material movido por unidad de tiempo. Un incremento en la productividad se logra optimizando tanto la carga como el tiempo de ciclo (Gómez, 2017).

### **Métodos y herramientas para la medición del rendimiento (teoría de tiempos, software de simulación, medición directa en campo)**

Existen diversos métodos y herramientas utilizados para medir y evaluar el rendimiento de la maquinaria pesada. Entre los más comunes están:

**Teoría de tiempos:** Este enfoque se basa en la medición de los tiempos que una máquina emplea en cada fase del ciclo de trabajo. A través de la observación directa y el uso de cronómetros, se registra el tiempo de operación en cada fase (carga, transporte, descarga, retorno). Esto permite identificar cuellos de botella y áreas de mejora en el rendimiento de la maquinaria (Sánchez, 2016).

**Software de simulación:** Los programas de simulación, como SIMIO o Arena, permiten modelar los ciclos de trabajo de la maquinaria pesada y simular diferentes escenarios operativos. Estos programas generan análisis detallados de los rendimientos en base a variables como la capacidad de carga, el tipo de terreno, y las condiciones operativas (Gómez, 2017). La ventaja de usar software de simulación es que permite evaluar el rendimiento sin necesidad de realizar pruebas en campo.

**Medición directa en campo:** Consiste en la observación y el registro de los tiempos de operación reales de la maquinaria durante las actividades diarias. Esto incluye la medición de las fases de carga, transporte, descarga y retorno. Esta medición puede ser manual, utilizando cronómetros, o automatizada con el uso de



tecnologías avanzadas como los sistemas de monitoreo en tiempo real (Pérez, 2015).

### **Comparación de rendimiento entre diferentes tipos de maquinaria**

La **comparación de rendimiento** entre diferentes tipos de maquinaria pesada se basa en la evaluación de indicadores clave como la capacidad de carga, el tiempo de ciclo y la productividad. Algunos de los aspectos a considerar son:

**Excavadoras vs. Cargadores Frontales:** Las excavadoras suelen ser más eficientes en terrenos duros y en operaciones de excavación profunda, mientras que los cargadores frontales son más rápidos para mover grandes volúmenes de material a corta distancia (Pérez, 2015). La capacidad de carga de un cargador frontal puede ser mayor en comparación con una excavadora, pero el tiempo de ciclo puede ser más corto para la excavadora en ciertas condiciones de trabajo (Gómez, 2017).

**Camiones Volquete vs. Camiones Articulados:** Los camiones volquete son más adecuados para trabajos de gran volumen en terrenos relativamente planos, mientras que los camiones articulados, aunque tienen una menor capacidad de carga, son más eficientes en terrenos irregulares o difíciles debido a su capacidad de maniobra y mayor estabilidad (Sánchez, 2016).

**Motoniveladoras vs. Excavadoras:** Las motoniveladoras son más eficientes para trabajos de nivelación y asfaltado, mientras que las excavadoras son ideales para excavaciones profundas y trabajos más complejos (Gómez, 2017). La comparación de estos equipos depende principalmente del tipo de tarea y las condiciones del terreno.

### 2.2.9. Evaluación del rendimiento de maquinaria pesada en proyectos viales

#### Aplicación del rendimiento de maquinaria pesada en la construcción de infraestructuras viales

El **rendimiento de maquinaria pesada** es un factor fundamental en la construcción de infraestructuras viales, ya que influye directamente en la eficiencia, costos y tiempos de ejecución del proyecto. La correcta evaluación y aplicación del rendimiento permite optimizar el uso de los equipos, lo cual es clave en la planificación de grandes proyectos viales. El rendimiento de la maquinaria se evalúa considerando parámetros como la **capacidad de carga**, el **tiempo de ciclo** y la **productividad**, los cuales varían dependiendo del tipo de terreno, las condiciones climáticas y la técnica utilizada (Sánchez, 2016).

En proyectos viales, la maquinaria pesada se utiliza para tareas como la **excavación**, **nivelación** de suelos, **transporte** de materiales y la **compactación** de caminos. La correcta selección de la maquinaria y la optimización de su rendimiento contribuyen a reducir los costos operativos y a asegurar el cumplimiento de los plazos establecidos (Gómez, 2017).

#### Ejemplos de estudios previos en proyectos de movimiento de tierras viales

Existen varios estudios previos que han evaluado el rendimiento de la maquinaria pesada en proyectos de movimiento de tierras viales. Estos estudios han proporcionado insights valiosos para optimizar el uso de la maquinaria en condiciones específicas de terreno y clima.

Un ejemplo es el estudio realizado por **Pérez (2015)**, que analizó el rendimiento de **excavadoras** y **cargadores frontales** en proyectos de nivelación



de terrenos en zonas rurales. El estudio concluyó que el rendimiento de las excavadoras era superior en terrenos rocosos, mientras que los cargadores frontales mostraban mejores resultados en suelos blandos.

Otro estudio relevante fue el de **Sánchez (2016)**, quien evaluó la **productividad** de los camiones volquete en un proyecto de construcción de autopistas en zonas montañosas. El estudio determinó que los camiones articulados, aunque con menor capacidad de carga, ofrecían mejores tiempos de ciclo debido a su capacidad para maniobrar en terrenos empinados.

### **Casos de éxito y desafíos en proyectos de infraestructura vial**

En la ejecución de proyectos de infraestructura vial, existen **casos de éxito** y **desafíos** asociados al rendimiento de maquinaria pesada. Los **casos de éxito** son aquellos en los que se ha logrado optimizar el uso de los equipos mediante la correcta elección de maquinaria, el cumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo y la capacitación adecuada de los operadores.

Un **caso de éxito** se puede observar en el proyecto de construcción de la **autopista del Sol** en México, donde se logró reducir los tiempos de construcción en un 15% mediante la implementación de una estrategia de mantenimiento predictivo para las excavadoras y cargadores frontales (Gómez, 2017).

Sin embargo, también existen **desafíos** importantes. Por ejemplo, en el proyecto de construcción de la **ruta 40** en Argentina, la maquinaria pesada enfrentó dificultades debido a las condiciones climáticas extremas y el terreno montañoso. El exceso de lluvias y las pendientes pronunciadas causaron que las excavadoras y camiones volquete trabajaran con una **menor eficiencia**, lo que retrasó los plazos de entrega del proyecto (Pérez, 2015).

### **2.2.10. Impacto del rendimiento de maquinaria en el proyecto de infraestructura vial**

#### **Relación entre el rendimiento de la maquinaria y el tiempo total de ejecución del proyecto**

El rendimiento de la maquinaria pesada está directamente relacionado con el **tiempo total de ejecución** de un proyecto de infraestructura vial. Un rendimiento óptimo de la maquinaria permite reducir los tiempos de ejecución, ya que el trabajo se realiza de manera más eficiente, minimizando los **tiempos muertos** y aumentando la productividad. Según Gómez (2017), un rendimiento adecuado se traduce en menores tiempos de ciclo y, por lo tanto, en una reducción significativa de la duración total del proyecto. Si el rendimiento de la maquinaria es bajo, los tiempos de ejecución del proyecto se prolongan, lo que puede afectar los plazos de entrega y elevar los costos del proyecto.

El **tiempo de ejecución** también depende de varios factores como la **capacitación del operador**, las **condiciones del terreno** y las **condiciones climáticas**. Estos factores pueden influir en la **velocidad de trabajo** de la maquinaria, reduciendo o aumentando los tiempos de ejecución (Pérez, 2015). La mejora en el rendimiento de la maquinaria, combinada con un buen mantenimiento preventivo y una correcta planificación, puede reducir significativamente los tiempos de ejecución de obras viales.

**Tabla 1**  
*Impacto en el tiempo de ejecución*

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impacto en el tiempo de ejecución</b>
<b>Rendimiento de la Maquinaria</b>	Capacidad de trabajo de los equipos (excavadoras, cargadores, camiones volquete) en términos de producción por hora.	Un rendimiento eficiente reduce los tiempos de ciclo, acortando la duración total del proyecto.



<b>Capacitación del Operador</b>	Nivel de habilidad y experiencia del operador en la utilización de maquinaria pesada.	Un operador bien capacitado maximiza la productividad de la maquinaria, reduciendo tiempos de inactividad.
<b>Condiciones del Terreno</b>	Características geográficas y físicas del terreno, como pendientes, tipo de suelo, etc.	El terreno complicado (rocoso, pantanoso) puede reducir la velocidad de trabajo, aumentando el tiempo necesario.
<b>Condiciones Climáticas</b>	Factores como lluvia, viento, calor extremo que afectan la operación de la maquinaria.	Climas extremos pueden reducir el rendimiento de los equipos, alargando el tiempo de ejecución.
<b>Mantenimiento Preventivo</b>	Actividades de mantenimiento preventivo que aseguran el buen funcionamiento de la maquinaria.	La falta de mantenimiento puede causar fallas mecánicas, retrasando el proyecto

*Nota.* Gómez 2017

### **Costos asociados al uso de maquinaria pesada en el movimiento de tierras**

Los **costos asociados al uso de maquinaria pesada** son uno de los factores más críticos en la construcción de infraestructura vial. Entre los costos más relevantes se incluyen los de **adquisición o alquiler, combustible, mantenimiento y capacitación de operadores**. Según Sánchez (2016), los costos de operación de la maquinaria representan una parte significativa del presupuesto en proyectos de infraestructura, por lo que la optimización del rendimiento es esencial para mantener el proyecto dentro de los límites presupuestarios.

El costo por hora de operación de la maquinaria puede verse incrementado por factores como el **desgaste de equipos, fallas mecánicas y ineficiencia operativa** (Pérez, 2015). La correcta planificación del uso de la maquinaria y la mejora en la eficiencia operativa ayudan a **reducir costos** asociados a la **mala**



**gestión de los recursos** y optimizar el uso de los equipos en el movimiento de tierras.

### **Optimización de recursos y reducción de tiempos de construcción**

La **optimización de recursos** y la **reducción de tiempos de construcción** son claves para el éxito de los proyectos de infraestructura vial. Un uso eficiente de la maquinaria no solo reduce los **costos operativos**, sino que también permite avanzar con mayor rapidez en el proyecto, acelerando las fases de **carga, transporte y descarga** del material. Gómez (2017) destaca que la utilización de sistemas de monitoreo en tiempo real y el análisis continuo del rendimiento de la maquinaria son métodos efectivos para optimizar el uso de los equipos.

La **reducción de tiempos** también puede lograrse mediante la **capacitación constante** de los operadores, ya que un operador bien entrenado puede maximizar el rendimiento de la maquinaria, evitando paradas innecesarias o movimientos ineficientes. Además, el mantenimiento preventivo es otro aspecto fundamental para asegurar que los equipos operen a su máxima capacidad, reduciendo **fallas inesperadas** que retrasen el proyecto (Sánchez, 2016).

#### **2.2.11. Tecnologías y tendencias en la mejora del rendimiento de maquinaria pesada**

El rendimiento de la maquinaria pesada en proyectos de infraestructura vial ha sido históricamente uno de los factores clave para el éxito de las obras de movimiento de tierras. Con el avance de la tecnología, las **innovaciones tecnológicas** están desempeñando un papel fundamental en la mejora de la productividad, eficiencia y seguridad de los equipos pesados utilizados en estos proyectos. La incorporación de nuevas tecnologías, como el uso de **GPS**,



**telemetría y máquinas autónomas**, está permitiendo optimizar el uso de la maquinaria, reducir tiempos de ciclo y mejorar la precisión en las tareas de excavación, carga y transporte de materiales (Martínez, 2020).

### **Innovaciones tecnológicas (GPS, telemetría, máquinas autónomas)**

Las **innovaciones tecnológicas** en el sector de la maquinaria pesada son diversas y van desde los sistemas de monitoreo y control hasta la automatización de los equipos. Algunas de las tecnologías más relevantes incluyen:

**GPS y Telemetría:** El uso de sistemas de **GPS** y **telemetría** permite monitorear en tiempo real el rendimiento de las máquinas, lo que optimiza su uso y permite identificar problemas antes de que se conviertan en fallas graves (López, 2018).

**Máquinas Autónomas:** Las máquinas autónomas, como excavadoras y camiones volquete, están diseñadas para operar sin intervención humana, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo el riesgo de errores humanos en las tareas de movimiento de tierras (Gómez, 2017).

### **Mejores prácticas en la gestión de flotas de maquinaria pesada**

Una adecuada gestión de flotas de maquinaria pesada es fundamental para garantizar que los equipos operen de manera eficiente y rentable. Las mejores prácticas incluyen:

#### **2.2.12. Mantenimiento predictivo: implementación de mantenimiento predictivo**

Basado en datos obtenidos mediante telemetría, lo que permite anticipar fallas y reducir el tiempo de inactividad de las máquinas (Gómez, 2017).



**Planificación de la Flota:** Utilización de software de gestión para planificar y coordinar la asignación de maquinaria, asegurando que las máquinas estén disponibles cuando se necesiten y maximizando su uso en el proyecto (López, 2018).

**Capacitación Continua:** La capacitación constante de los operadores es clave para asegurar que las máquinas se utilicen de manera eficiente y se minimicen los riesgos operativos.



## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será **no experimental**, ya que se realizará una evaluación del rendimiento de maquinaria pesada en un contexto real, sin manipular o controlar variables independientes, sino observando las condiciones existentes y obteniendo datos sobre el rendimiento de la maquinaria pesada.

#### 3.2. Tipo de investigación

La investigación será **descriptiva** y **explicativa**, ya que se busca **describir el rendimiento de la maquinaria pesada** en el movimiento de tierras en un proyecto de infraestructura vial y, además, **explicar los factores que influyen en este rendimiento**, como las condiciones del terreno, la capacitación de los operadores y las características de la maquinaria.

**Descriptiva:** Se buscará caracterizar y analizar las características y el rendimiento de las máquinas pesadas utilizadas en el movimiento de tierras en el distrito de San Miguel.

**Explicativa:** Se explicarán los factores que afectan dicho rendimiento, como el tipo de maquinaria, condiciones operativas, condiciones del terreno, y el tiempo de ciclo de las operaciones.

### 3.3. Método de investigación

**Cuantitativo:** Se recopilarán datos numéricos sobre el rendimiento de la maquinaria, tales como horas operativas, tiempo de ciclo, capacidad de carga, etc., a través de mediciones y registros.

**Cualitativo:** Se utilizarán entrevistas o encuestas a los operadores y técnicos para comprender las percepciones sobre el rendimiento de la maquinaria y los factores que influyen en ella.

### 3.4. Nivel de investigación

**Explicativo:** Se busca explicar las causas o factores que afectan el rendimiento de la maquinaria pesada en los proyectos viales, analizando cómo ciertas variables (como las condiciones del terreno y la capacitación del operador) impactan en el rendimiento.

**Descriptivo:** Se describirán las características técnicas y operativas de la maquinaria utilizada, así como las condiciones en las que se desarrolla el trabajo de movimiento de tierras.

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

La población está conformada por los **proyectos viales** y la **maquinaria pesada** que se utilizan en el movimiento de tierras en el distrito de San Miguel. Esto incluye una amplia variedad de máquinas y equipos, tales como **excavadoras**, **cargadores frontales**, **camiones volquete**. La población de estudio también



incluye a los **operadores y técnicos** que gestionan y operan estas máquinas en el proyecto de infraestructura vial.

### 3.5.2. Muestra

**Máquinas específicas** Cargador oruga, Cargador frontal, Camión volquete  
**Operadores** que operan las máquinas seleccionadas.

Se determinará un tamaño de muestra representativo para garantizar la validez y fiabilidad de los resultados. Este tamaño dependerá de la disponibilidad y variedad de maquinaria en los proyectos viales de la zona.

## 3.6. Técnicas e instrumentos

### 3.6.1. Técnicas

**Observación Directa:** Observación de las operaciones de las máquinas para determinar tiempos de ciclo, capacidad de carga y otros parámetros operativos.

**Entrevistas:** Entrevistas a los operadores de maquinaria y técnicos para obtener información cualitativa sobre las condiciones de trabajo, el mantenimiento de las máquinas y otros factores que puedan influir en el rendimiento.

**Encuestas:** Encuestas estructuradas para recopilar datos cuantitativos sobre el uso de la maquinaria y su rendimiento.

**Revisión Documental:** Revisión de informes y registros operativos sobre el mantenimiento y rendimiento de las máquinas en los proyectos viales.

### 3.6.2. Instrumentos

**Cuestionarios:** Cuestionarios estructurados para recopilar información de los operadores y técnicos, relacionados con su experiencia en el uso y mantenimiento de la maquinaria.



**Registros de Producción y Rendimiento:** Se utilizarán registros detallados sobre el tiempo de operación de las máquinas, los ciclos de trabajo, la carga transportada y otros parámetros cuantitativos.

**Hoja de Observación de Campo:** Documento para registrar las observaciones directas sobre el rendimiento de las máquinas y las condiciones operativas del proyecto.

### 3.7. Materiales y métodos

#### 3.7.1. Materiales

**Equipos de Medición de Tiempo y Distancia:** Herramientas o dispositivos para medir tiempos de ciclo y distancias recorridas por las máquinas.

**Dispositivos de Monitoreo de Maquinaria:** En caso de disponibilidad, se emplearán sistemas de telemetría o GPS instalados en la maquinaria para obtener datos en tiempo real sobre su rendimiento.

**Cuestionarios y Encuestas:** Material impreso o digital para la recopilación de datos mediante encuestas estructuradas.

#### 3.7.2. Metodología para la medición de rendimientos de maquinaria

1. Es necesario en primera instancia determinar la ubicación del proyecto vial, como es bien conocido, en San Miguel encontramos diferentes condiciones topográficas (terreno plano, ondulado, o escarpado) que favorecen o no, el desarrollo de actividades de construcción.
2. Una vez ubicada la región, se procederá a registrar las condiciones de clima existentes durante la labor desarrollada, (lluvia, nublado, soleado).
3. Apoyados en el estudio de suelos de la zona de trabajo, el cual determina las características del suelo existente, registrar el tipo de material sobre el cual se procederá a realizar la actividad.



4. Posteriormente se debe registrar la actividad a realizar (excavación y tipo de excavación, movimiento de tierras, remoción de derrumbes, extendido de material, entre otros).
5. Consignar el tipo de maquinaria con la cual ejecuta la actividad descrita anteriormente (tamaño y capacidad, fuerza del motor, tipo de combustible, entre otros).
6. Monitorear el tiempo requerido de dicha máquina para completar un ciclo de trabajo, es decir, carga, acarreo, descarga y retorno. Posteriormente cuantificar el número de ciclos realizados en una hora efectiva de trabajo.
7. Una vez determinada la cantidad de ciclos en una hora de trabajo, realizar la medición de la cantidad de material removido, excavado o transportado, según sea la acción. Dicha medición puede realizarse empleando métodos topográficos o basados en la capacidad de la máquina.
8. Una vez determinadas las variables, emplear fórmulas de rendimiento según el tipo de maquinaria.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados y discusión de rendimientos en la actividad movimiento de tierras

##### 4.1.1. Rendimiento de excavadora de oruga.

**Tabla 2**  
rendimientos Estándares para Excavadora

Modelo	Potencia HP	Capacidad del Cucharón (m3)	Tipo de Trabajo	Costa	Sierra			Selva	
					Hasta 2300 m.	2300 a 3800 m.	Más de 3800 m.		
215	90	0.70 m3	(m3/d)	Material suelto	7,200.00	600.00	570.00	450.00	500.00
				Roca suelta	420.00	370.00	50.00	290.00	340.00
				Roca fija c/volad.	290.00	270.00	250.00	200.00	240.00
		0.90 m3	Excav. (m3/d)	Material suelto	840.00	700.00	660.00	520.00	580.00
				Roca suelta	490.00	430.00	410.00	330.00	390.00
				Roca fija c/volad.	330.00	310.00	290.00	230.00	270.00
225	125	1.1 m3	(Rendo, Banco)	Material suelto	1,050.00	980.00	900.00	710.00	740.00
				Roca suelta	620.00	590.00	550.00	450.00	500.00
				Roca fija c/volad.	430.00	400.00	380.00	330.00	360.00
235	195	1.30 m3		Material suelto	1,240.00	1,150.00	1,060.00	840.00	870.00
				Roca suelta	730.00	700.00	650.00	530.00	590.00
				Roca fija c/volad.	500.00	480.00	450.00	390.00	420.00
		1.50 m3		Material suelto	1,430.00	1,330.00	1,230.00	970.00	1,000.00
				Roca suelta	840.00	810.00	750.00	610.00	680.00
				Roca fija c/volad.	580.00	550.00	520.00	450.00	490.00
	1.70 m3		Material suelto	1,620.00	1,500.00	1,390.00	1,100.00	1,140.00	
			Roca suelta	950.00	920.00	850.00	700.00	770.00	
			Roca fija c/volad.	660.00	620.00	590.00	510.00	550.00	
	1.90 m3		Material suelto	1,810.00	1,680.00	1,560.00	1,230.00	1,270.00	
			Roca suelta	1,070.00	1,030.00	940.00	780.00	860.00	
			Roca fija c/volad.	740.00	700.00	660.00	570.00	610.00	

Walter Ibáñez 2011

## Cálculo de rendimiento de maquinaria de construcción de carreteras

### Datos:

- Tipo de tractor: 6015B
- Clase de material: Arcilla
- Estado actual: Natural
- Estado convertido: Suelto
- Tipo de excavación: Liviano

**Tabla 3**  
*Factores de conversión volumétrica*

CLASE DE MATERIAL	ESTADO ACTUAL	CONVERTIDO A		
		NATURAL	SUELTO	COMPACTADO
ARCILLA	Natural (1)	1.00	1.43	0.90
	Suelto (1)	0.70	1.00	0.64
	Compactado (1)	1.11	1.59	1.00
TIERRA COMUN	Natural (2)	1.00	1.25	0.90
	Suelto (2)	0.80	1.00	0.72
	Compactado (2)	1.11	1.39	1.00
ARENA	Natural (3)	1.00	1.11	0.95
	Suelto (3)	0.90	1.00	0.86
	Compactado (3)	1.05	1.17	1.00
GRAVA	Natural (4)	1.00	1.12	0.95
	Suelto (4)	0.89	1.00	0.84
	Compactado (4)	1.05	1.18	1.00
ROCA DINAMITADA	Natural (5)	1.00	1.50	1.30
	Suelto (5)	0.67	1.00	0.87
	Compactado (5)	0.77	1.15	1.00

Fuente: Walter Ibáñez 2011

### Rendimiento

$$R = \frac{3600 * Q * F * E * K}{Cm}$$

Donde

- 3600: Numero de segundos en una hora



- Q: Capacidad del cucharón de la pala
- F: Factor de conversión de suelos sueltos
- E: Eficiencia de la pala
- K: Factor de eficiencia del cucharón
- Cm: Tiempo que dura el ciclo de trabajo en segundos

## Resultados

### Rendimiento diario de excavadora de oruga usado en la actividad movimiento de tierras.

**Tabla 4**  
*Rendimiento diario de excavadora de oruga usado en la actividad movimiento de tierras.*

Día	Volumen (m3)	Horas trabajadas (hrs)	Rendimiento diario (m3/hrs)
1	105	4.5	23.33
2	110	5	22.00
3	85	4	21.25
4	75	3	25.00
5	105	5	21.00
6	95	4	23.75
7	98	5	19.60
8	80	4	20.00
9	100	5	20.00
10	69	3.5	19.71
11	38	2	19.00
12	80	4	20.00
13	75	3.5	21.43
14	56	2.5	22.40
15	98	4	24.50
16	40	2	20.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5**  
*Rendimiento del tractor orugas CAT D6T para Movimiento de tierras*

Actividad	Rendimiento teórico (m3/hr)	Rendimiento Promedio (m3hr)	Rendimiento Mínimo (m3/hr)	Rendimiento máximo (h3/hr)
Movimiento de tierras	65	21.44	19	25

## Discusión de resultados

En el trabajo de movimiento de tierras el rendimiento real es 33% menor al rendimiento teórico. Las razones de que el rendimiento calculado es menor al rendimiento teórico se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 6**  
*Causas sobre el rendimiento real de excavadora oruga*

<b>Causas</b>	<b>Rendimiento teórico</b>	<b>Rendimiento real</b>
<b>Altura de trabajo</b>	Consideramos una altitud mayor a 3500 msnm	La obra se encuentra a más de 3500 metros sobre el nivel del mar. A medida que aumenta la altitud, la presión atmosférica disminuye y, como consecuencia, también se reduce la potencia del motor de aspiración natural. Esto provoca una disminución en la tracción del vehículo. Por cada 100 metros de altitud, se pierde un 1% de la potencia útil del motor.
<b>Calentamiento de la máquina</b>	No considera	Para proteger los equipos y prolongar su vida útil, se sugiere calentar la máquina antes de empezar a trabajar y, al terminar, dejarla en funcionamiento durante 10 a 20 minutos.
<b>Demoras operativas</b>	Considera que todo el tiempo que trabaja es productivo (60min/hr)	Existen períodos de inactividad, en los cuales el equipo no está realizando tareas, pero el operador mantiene la máquina encendida. Esto puede suceder cuando el operador espera instrucciones del supervisor o cuando el tiempo de calentamiento o enfriamiento excede el necesario para el equipo.
<b>Experiencia del conductor</b>	Considera un operador bueno	Algunos operadores carecen de la experiencia necesaria para manejar el equipo adecuadamente, o no están familiarizados con su operación correcta, aunque intenten cuidar los equipos en beneficio de los propietarios. Por ejemplo, se ha observado que tardan más tiempo del necesario para maniobrar el equipo o realizar una tarea, lo que provoca un uso innecesario de horas de funcionamiento del equipo.

<b>Antigüedad del equipo</b>	Considera nuevo	Los equipos con los que se realizó el trabajo son relativamente antiguos, por lo tanto, su efectividad ya no es del 100%.
<b>Densidad in situ del material</b>	Considera una densidad in situ de 1370 kg/m <sup>3</sup> .	De acuerdo con el protocolo de control de calidad, la densidad promedio del material de desmonte de mina en el sitio fue de 1600.4 kg/m <sup>3</sup> . Esta densidad afecta la distribución del material, y de manera directa, a mayor densidad, será necesario aplicar más fuerza para moverlo.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. Rendimiento de cargador frontal.

**Tabla 7**  
Rendimiento de cargador frontal 950h

MAQUINARIA	MARCA	MODELO	RENDIMIENTO	AÑO DE FABRICACION
EXCAVADORA	CAT	PC300CL6	100 M <sup>3</sup> /H	91
MOTONIVELADORA	CAT	140G	100 M <sup>3</sup> /H	89
MOTONIVELADORA	CAT	12G	40 M <sup>3</sup> /H	91
VAGONETA	MACK	RD690SX	12 M <sup>3</sup>	96
CARGADOR	CATERPILLAR	950F	70 M <sup>3</sup> /H	93
CARGADOR	CATERPILLAR	966F	110 M <sup>3</sup> /H	95
COMPACTADORA	CAT	815	70 M <sup>3</sup> /H	86
COMPACTADORA	CAT	CS563	60 M <sup>3</sup> /H	91
TRACTOR DE ORUGAS	CAT	D6H	60 M <sup>3</sup> /H	92
TRACTOR DE ORUGAS	CAT	D8K	130 M <sup>3</sup> /H	80
MOTOTRAILLA	CAT	621B	80 M <sup>3</sup> /H	93
GRUA	BALDWIN	44SC	40 TON.	87
CABEZAL	MACK	F786ST	-	80
COMPRESOR	SULLAIR	750DP	30 M <sup>3</sup>	90
TRACK DILL 3"	MFR1435	JOHN HENRY	30 M <sup>3</sup> /H	96
BOMBA DE AGUA	HONDA	WA-20	-	84
PIPA DE AGUA		SPJ-T-2235	1200 GLN.	88
CAMION TANQUE AGUA	MACK	MACK	3000 GLN.	80
DISTRIBUIDOR DE AGREGADO	ETNYRE	CH-5E	4 M <sup>3</sup> /H	92
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	ETNYRE	BT-RT	140 GL /H	92
BACK HOE	CAT	426B	45 M <sup>3</sup> /H	95
PLANTA ELECTRICA	CAT	3304	50 KW /HR.	86
PICK UP	F150LXL	FORD		96

Fuente: Guía de costos y rendimiento

#### Datos:

- Marca: 950F
- Modelo:C7
- Potencia Motor:147Kw

**Cálculo de rendimiento de maquinaria de construcción de carreteras**

- Tipo de tractor: Cargador frontal 950F
- Clase de material: Arcilla
- Estado actual: Natural
- Estado convertido: Suelto
- Tipo de excavación: Liviano

**Tabla 8**  
*Factores de conversión volumétrica*

CLASE DE MATERIAL	ESTADO	CONVERTIDO A		
	ACTUAL	NATURAL	SUELTO	COMPACTADO
ARCILLA	Natural (1)	1.00	1.43	0.90
	Suelto (1)	0.70	1.00	0.64
	Compactado (1)	1.11	1.59	1.00
TIERRA COMUN	Natural (2)	1.00	1.25	0.90
	Suelto (2)	0.80	1.00	0.72
	Compactado (2)	1.11	1.39	1.00
ARENA	Natural (3)	1.00	1.11	0.95
	Suelto (3)	0.90	1.00	0.86
	Compactado (3)	1.05	1.17	1.00
GRAVA	Natural (4)	1.00	1.12	0.95
	Suelto (4)	0.89	1.00	0.84
	Compactado (4)	1.05	1.18	1.00
ROCA DINAMITADA	Natural (5)	1.00	1.50	1.30
	Suelto (5)	0.67	1.00	0.87
	Compactado (5)	0.77	1.15	1.00

Ciclo de trabajo

$$Cm = tf + tv$$

Donde:

- Tf: Tiempo fijo
- Tv: Tiempo variable

- Rendimiento

$$R = \frac{Q * F * E * 60}{Cm}$$

Donde:

- Q: Capacidad nominal del cucharón
- F: Factor de esponjamiento
- E: Eficiencia
- Cm: Tiempo de ciclo de trabajo

### Rendimiento diario del tractor cargador frontal usado en la actividad movimiento de tierras.

Tabla 9

*Rendimiento diario del tractor cargador frontal*

Día	Volumen (m3)	Horas trabajadas (hrs)	Rendimiento diario (m3/hrs)
1	305	5	61.00
2	280	4.5	62.22
3	290	5	58.00
4	275	4.5	61.11
5	260	4.5	57.78
6	275	4.5	61.11
7	280	5	56.00
8	150	4.5	33.33
9	250	5	50.00
10	255	4.5	56.67
11	260	4.5	57.78
12	235	4.5	52.22
13	105	2	52.50
14	39	1	39.00
15	85	2	42.50
16	20	1	20.00

Tabla 10

*Rendimiento del tractor Cargador frontal para Movimiento de tierras*

Actividad	Rendimiento teórico (m <sup>3</sup> /hr)	Rendimiento Promedio (m <sup>3</sup> hr)	Rendimiento Mínimo (m <sup>3</sup> /hr)	Rendimiento máximo (h <sup>3</sup> /hr)
Movimiento de tierras	70	51.33	20	62.22

## Discusión de resultados

En el trabajo de movimiento de tierras el rendimiento real es 27% menor al rendimiento teórico. Las razones de que el rendimiento calculado es menor al rendimiento teórico se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 11

*Causas del rendimiento real en cargador frontal*

Causas	Rendimiento teórico	Rendimiento real
<b>Altura de trabajo</b>	Consideramos una altitud mayor a 3500 msnm	La altura de San Miguel es de más de 3500 m.s.n.m. Cuanto mayor sea la altitud, menor será la presión atmosférica y la potencia del motor de aspiración natural también disminuirá; por lo tanto, la tracción del vehículo también disminuirá. Por cada 100 mts de altura, se pierde 1% de potencia útil del motor.
<b>Calentamiento de la máquina</b>	No considera	Para cuidar los equipos y alargar su tiempo de vida, es recomendable calentar la maquina antes de trabajar y al finalizar la máquina, se recomienda de 10 a 20 min.



<b>Demoras operativas</b>	Considera que todo el tiempo que trabaja es productivo (60min/hr)	Existen tiempos muertos: periodos de tiempo donde el equipo no está trabajando, sin embargo, el operador continúa con la máquina encendida. Esto ocurre mientras espera indicaciones del supervisor o cuando toma mayor tiempo de calentamiento y/o enfriamiento de lo que el equipo requiere.
<b>Experiencia del conductor</b>	Considera un operador bueno	Algunos operadores no tienen la experiencia suficiente para operar el equipo o no conocen el manejo correcto de este o pretenden cuidar los equipos a los propietarios. Por ejemplo, se ha identificado que toman mayor tiempo en maniobrar el equipo o realizar una actividad de lo que realmente deberían, generando consumos innecesarios de horas de equipo.
<b>Antigüedad del equipo</b>	Considera nuevo	Los equipos con los que se realizó el trabajo son relativamente antiguos, por lo tanto, su efectividad ya no es del 100%.
<b>Densidad in situ del material</b>	Considera una densidad in situ de 1370 kg/m <sup>3</sup> .	Según el protocolo de control de calidad, se obtuvo una densidad in situ promedio del material desmonte de mina de 1600.4 kg/m <sup>3</sup> . La densidad influye en el esparcido del material y en forma directa a mayor densidad se requerirá mayor fuerza para moverlo.

### 4.1.3. Rendimiento de volquete de 15 m<sup>3</sup>

#### Datos:

- Modelo: FR 140
- Clase de material: Tierra común
- Eficiencia: 83%
- Factor de esponjamiento: 1.10



- Capacidad nominal del cucharón 10 m<sup>3</sup>
- Distancia a transportar 4 km
- Velocidad de recorrido cargado: 6km/h
- Velocidad de recorrido descargado: 10 km/h
- Tiempo de carga: 12 min
- Tiempo de descarga: 5 min

### Ciclo de trabajo

$$Cm = tf + tv$$

### Donde

- Cm: Ciclo de trabajo
- Tv: tiempo fijo
- Tf: tiempo variable

### Rendimiento

$$R = \frac{Q * E * 60}{Cm * F}$$

- Q: capacidad del cucharón
- E: Eficiencia
- F: Factor de esponjamiento



**Rendimiento diario del camión volquete usado en la actividad movimiento de tierras.**

**Tabla 12**  
*Rendimiento diario del camión volquete*

<b>Día</b>	<b>Volumen transportado (m3)</b>	<b>Horas trabajadas (hrs)</b>	<b>Rendimiento diario (m3/hrs)</b>
<b>1</b>	105	5	21.00
<b>2</b>	110	5.5	20.00
<b>3</b>	85	4.5	18.89
<b>4</b>	75	3.5	21.43
<b>5</b>	105	5.5	19.09
<b>6</b>	95	4.5	21.11
<b>7</b>	98	5.5	17.82
<b>8</b>	80	4.5	17.78
<b>9</b>	100	5.5	18.18
<b>10</b>	69	4	17.25
<b>11</b>	38	2.5	15.20
<b>12</b>	80	4.5	17.78
<b>13</b>	75	4	18.75
<b>14</b>	56	3	18.67
<b>15</b>	98	4.5	21.78
<b>16</b>	40	2.5	16.00

**Rendimiento del Camión volquete de 15 m3 para Movimiento de tierras**

**Tabla 13**  
*Rendimiento del Camión volquete de 15 m3 para Movimiento de tierras*

<b>Actividad</b>	<b>Rendimiento Promedio (m3hr)</b>	<b>Rendimiento Mínimo (m3/hr)</b>	<b>Rendimiento máximo (h3/hr)</b>
<b>Movimiento de tierras</b>	18.79	16	21.78

## Discusión de resultados

Tabla 14

Causas del rendimiento real

Causas	Rendimiento real
<b>Distancia a transportar</b>	A medida que aumenta la distancia, el tiempo dedicado al transporte del material también se incrementa. Esto se debe a que el camión debe recorrer una mayor distancia entre el punto de carga y el punto de descarga. Este aumento en el tiempo de transporte reduce la cantidad de ciclos que el camión puede realizar por hora, afectando el rendimiento.
<b>Velocidad de recorrido</b>	A medida que se reduce la velocidad, el tiempo de transporte aumenta. Esto sucede incluso si la distancia no cambia, ya que el camión tarda más en recorrer la misma distancia. Por lo tanto, un ciclo de trabajo se alarga y el número de ciclos por hora disminuye.
<b>Demoras operativas</b>	Existen tiempos muertos: periodos de tiempo donde el equipo no está trabajando, sin embargo, el operador continúa con la máquina encendida. Esto ocurre mientras espera indicaciones del supervisor o cuando toma mayor tiempo de calentamiento y/o enfriamiento de lo que el equipo requiere.
<b>Experiencia del conductor</b>	Algunos operadores no tienen la experiencia suficiente para operar el equipo o no conocen el manejo correcto de este o pretenden cuidar los equipos a los propietarios. Por ejemplo, se ha identificado que toman mayor tiempo en maniobrar el equipo o realizar una actividad de lo que realmente deberían, generando consumos innecesarios de horas de equipo.
<b>Antigüedad del equipo</b>	Los equipos con los que se realizó el trabajo son relativamente antiguos, por lo tanto, su efectividad ya no es del 100%.
<b>Tiempo de carga y descarga</b>	El tiempo de carga y descarga tiene un impacto directo en el rendimiento de un camión volquete de 15 m <sup>3</sup> , ya que forma parte del ciclo total de trabajo. Si bien el tiempo de transporte (distancia recorrida) es un factor importante, las fases de carga y descarga también juegan un papel crucial en determinar cuántos ciclos puede completar el camión en un período determinado.

#### 4.2. Análisis de cuestionario para determinar causas que afectan la productividad

**Tabla 15***Cantidad de respuestas a la Pregunta número 1*

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?	Cantidad de respuestas
Sí	8
No	2
A veces (no en todos los proyectos)	10

Fuente: Elaboración propia

**Figura 1***Porcentaje de respuestas a la Pregunta número***Tabla 16***Cantidad de respuestas a la Pregunta número 2*

2. Con respecto a la maquinaria, considera que:	Cantidad de respuestas
Se debería actualizar a modelos más recientes.	9
Se debería adquirir más maquinaria.	8
Es suficiente con la que hay.	3

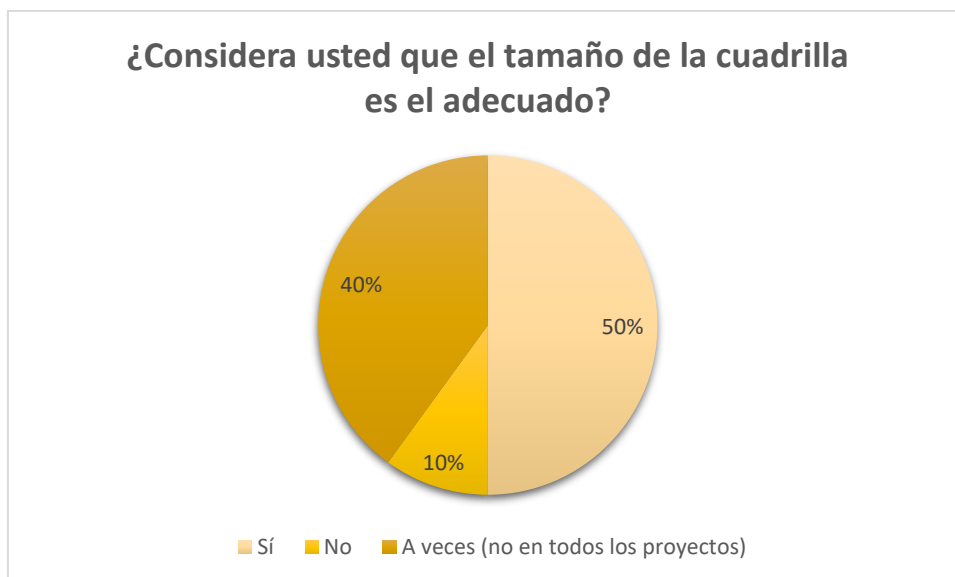
**Figura 2**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 2



**Tabla 17**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 3

3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?	Cantidad de respuestas
Sí	10
No	2
A veces (no en todos los proyectos)	8

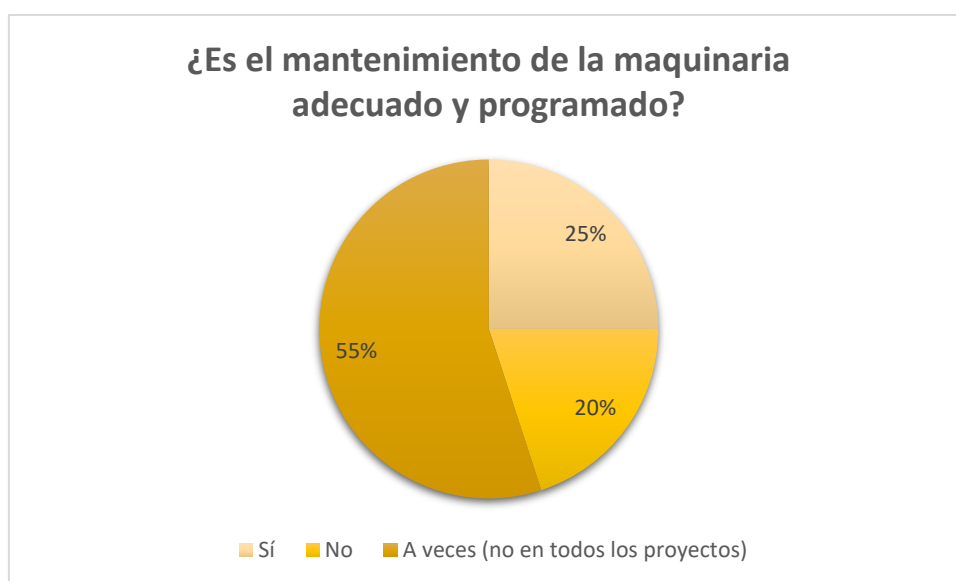
**Figura 3**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 3



**Tabla 18**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 4

4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?	Cantidad de respuestas
Sí	5
No	4
A veces (no en todos los proyectos)	11

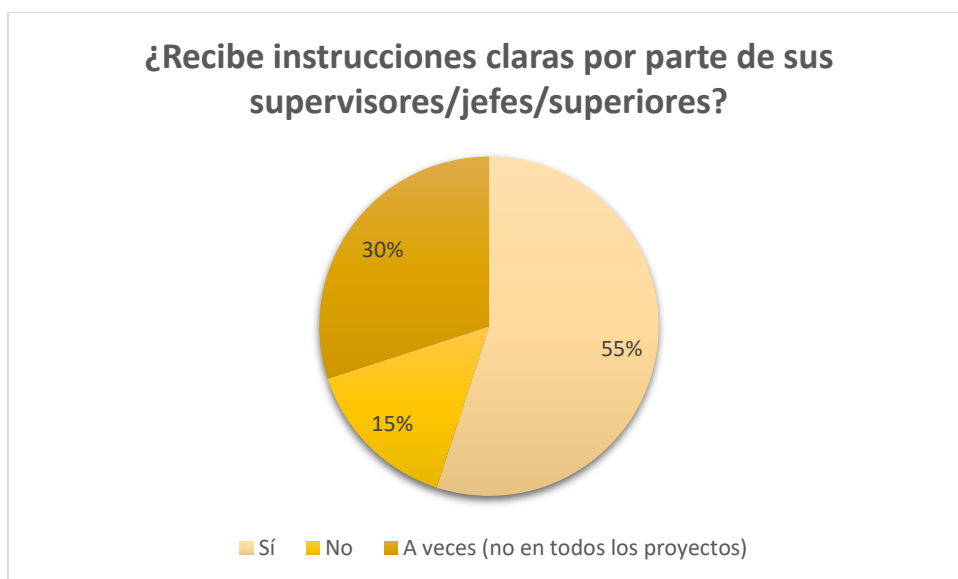
**Figura 4**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 4



**Tabla 19**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 5

5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?	Cantidad de respuestas
Sí	11
No	3
A veces (no en todos los proyectos)	6

**Figura 5**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 5



**Tabla 20**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 6

6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?	Cantidad de respuestas
Sí	14
No	2
A veces (no en todos los proyectos)	4

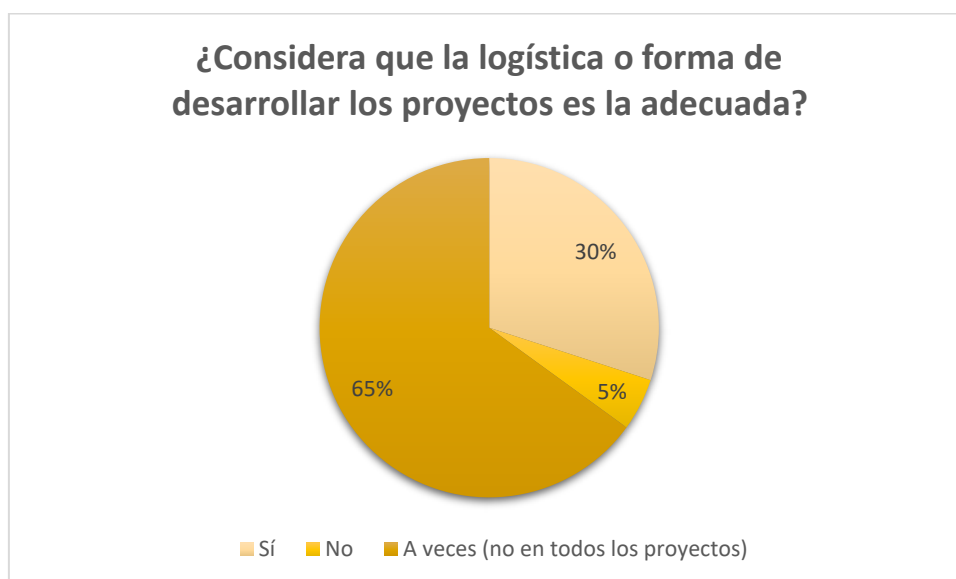
**Figura 6**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 6



**Tabla 21**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 7

7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?	Cantidad de respuestas
Sí	6
No	1
A veces (no en todos los proyectos)	13

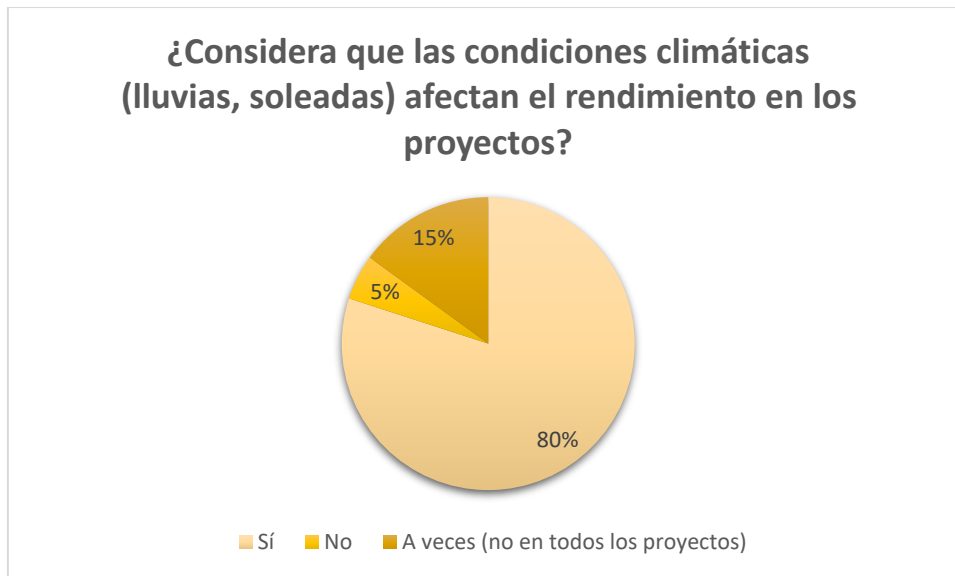
**Figura 7**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 7



**Tabla 22**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 8

8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?	Cantidad de respuestas
Sí	16
No	1
A veces (no en todos los proyectos)	3

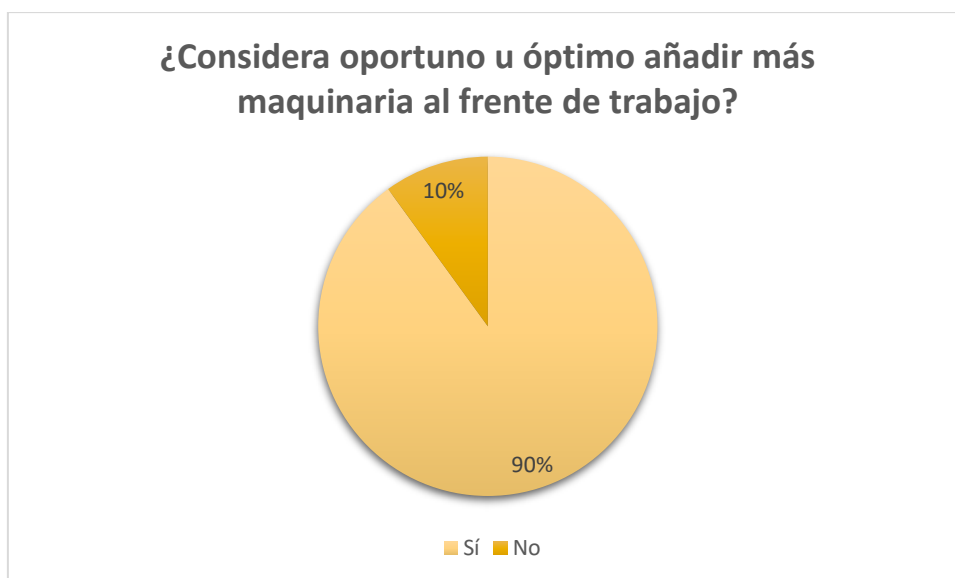
**Figura 8**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 8



**Tabla 23**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 9

9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo?	Cantidad de respuestas
Sí	18
No	2

**Figura 9**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 9

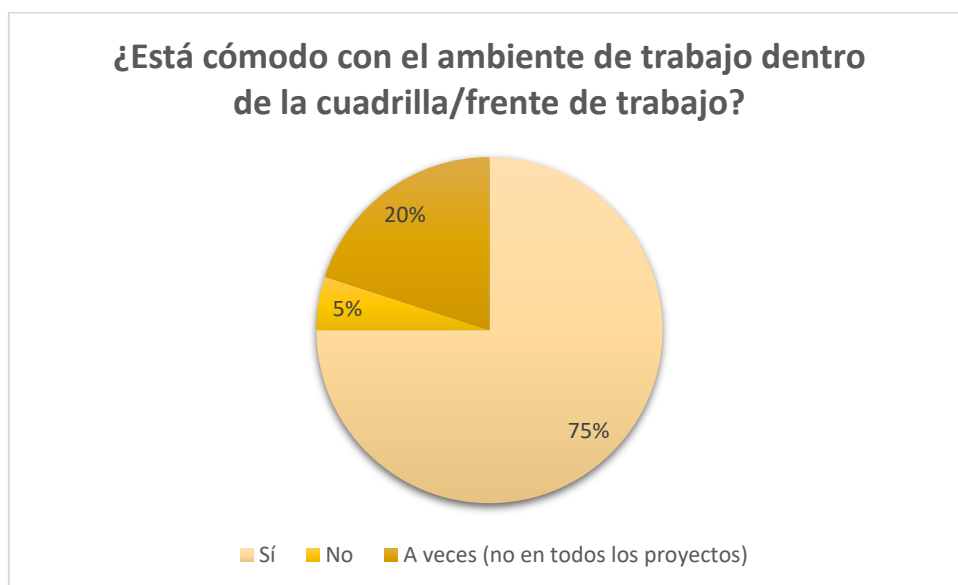


Nota. Elaboración propia

**Tabla 24**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 10

10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?	Cantidad de respuestas
Sí	15
No	1
A veces (no en todos los proyectos)	4

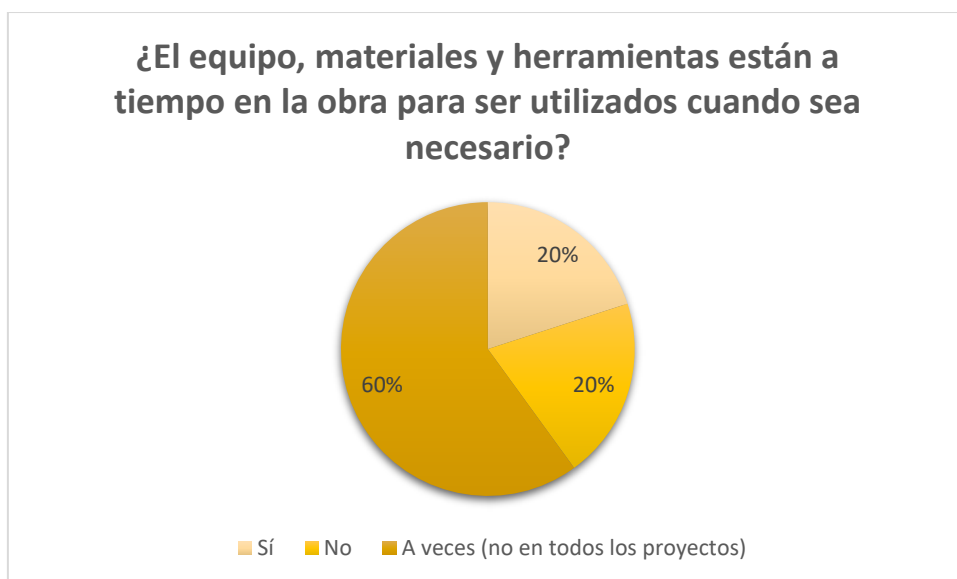
**Figura 10**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número: 10



**Tabla 25**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 11

11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?	Cantidad de respuestas
Sí	4
No	4
A veces (no en todos los proyectos)	12

**Figura 11**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número: 11



**Tabla 26**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 12

12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?	Cantidad de respuestas
Sí	8
No	2
A veces (no en todos los proyectos)	10

**Figura 12**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 12



**Tabla 27**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 13

13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?	Cantidad de respuestas
Sí	6
No	10
A veces (no en todos los proyectos)	4

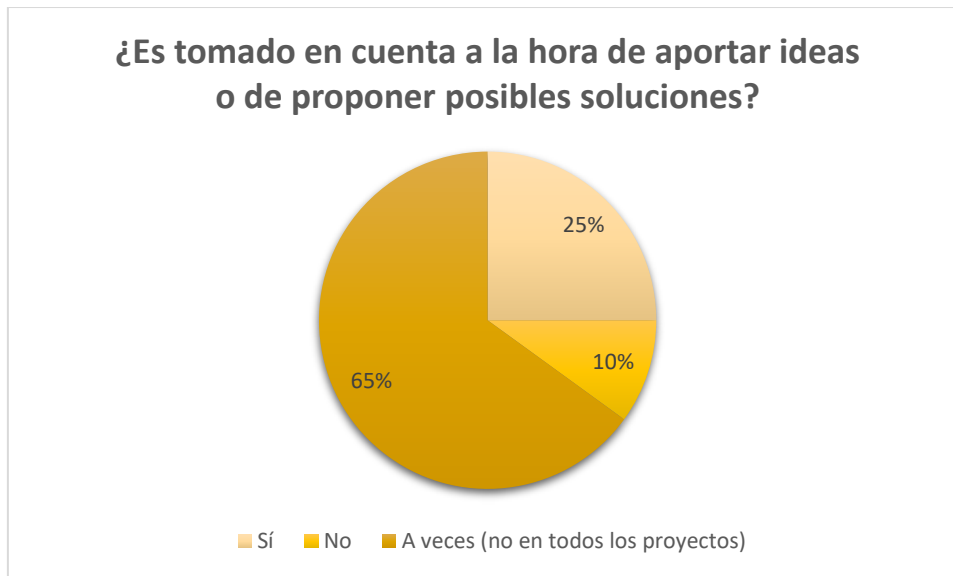
**Figura 13**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 13



**Tabla 28**  
Cantidad de respuestas a la Pregunta número 14

14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?	Cantidad de respuestas
Sí	5
No	2
A veces (no en todos los proyectos)	13

**Figura 14**  
Porcentaje de respuestas a la Pregunta número 14



### discusión de resultados sobre cuestionario para determinar causas que afectan la productividad

- El 50% de encuestados cree que no se considera que la maquinaria es la adecuada para los proyectos que lleva la municipalidad de San Miguel.
- El 45% de los encuestados considera que respecto a la maquinaria se debería de actualizar a modelos recientes por otro lado el 40 por ciento cree que se debería de adquirir nuevas maquinarias
- El 50% de encuestados considera que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado
- El 20% de encuestados considera que el mantenimiento de las maquinarias no es el adecuado y el 55% considera que a veces no es el adecuado
- El 55% de los encuestados recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores
- un 70% tiene claro lo que debe de realizar en los proyectos en cambio un 10% no tiene claro.



- Un 65% de los encuestados considera que la forma de desarrollar los proyectos es inadecuada
- El 80% por ciento de los encuestados considera que las condiciones climáticas afectan el rendimiento en los proyectos
- El 90% de los encuestados considera oportuno añadir mas maquinarias al frente de trabajo
- El 75% de los encuestados considera estar cómodo con el ambiente de trabajo
- El 60% de encuestados considera que los equipos y materiales no están a tiempo en la obra
- El 50% de encuestados considera que faltan herramientas y materiales para realizar los proyectos
- El 50% de encuestados considera que su trabajo a veces no es reconocido
- El 65% de encuestados considera que es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas y proponer soluciones



## CONCLUSIONES

Se ha observado que el rendimiento de la maquinaria pesada utilizada en proyectos de movimiento de tierras en el distrito de San Miguel no alcanza los niveles teóricos establecidos. En el caso de la excavadora oruga, el rendimiento teórico era de 65 m<sup>3</sup>/hr, pero el rendimiento promedio fue de solo 21.44 m<sup>3</sup>/hr, lo cual está considerablemente por debajo del esperado. De manera similar, el rendimiento del cargador frontal y el camión volquete también estuvo por debajo de las expectativas, lo que indica que diversos factores están afectando la productividad de la maquinaria.

Entre los factores identificados que impactan negativamente el rendimiento de la maquinaria se encuentran las condiciones geográficas y climáticas del distrito. La altitud de San Miguel (más de 3500 metros sobre el nivel del mar) provoca una disminución en la potencia del motor, lo que reduce la tracción y la eficiencia de las máquinas. Además, la antigüedad de los equipos y la falta de mantenimiento adecuado contribuyen significativamente a la disminución en la efectividad operativa. También se identificaron tiempos muertos debido a la inactividad de las máquinas, lo que genera un uso innecesario de horas de trabajo.

La falta de experiencia de los operadores y el manejo inadecuado de los equipos también fueron factores clave que redujeron el rendimiento. Algunos operadores tardaron más tiempo del necesario en realizar maniobras o tareas, lo que resultó en un mayor consumo de horas de trabajo sin mejorar la productividad. La capacitación adecuada de los operadores podría contribuir a optimizar el uso de la maquinaria.

Según los resultados del cuestionario realizado, la mayoría de los encuestados considera que las condiciones climáticas afectan significativamente el



rendimiento de los proyectos, y que la maquinaria disponible no es la adecuada para las necesidades de los proyectos viales en San Miguel. Un alto porcentaje también considera que sería beneficioso actualizar o adquirir nueva maquinaria, lo que podría contribuir a mejorar el rendimiento en el futuro. La falta de herramientas y materiales, así como los problemas de logística en la entrega oportuna de equipos, también son factores que limitan la eficiencia en los proyectos.

La planificación y la gestión de las flotas de maquinaria también son áreas críticas. El tiempo perdido en períodos de inactividad, como los tiempos muertos debido a espera de instrucciones o tiempos excesivos de calentamiento y enfriamiento, reducen la eficiencia operativa. Asimismo, la falta de claridad en las instrucciones dadas a los operarios y la forma en que se desarrollan los proyectos impactan negativamente en el rendimiento global.



## RECOMENDACIONES

Es esencial actualizar los equipos utilizados en los proyectos de movimiento de tierras en San Miguel, ya que los equipos actuales son relativamente antiguos y su efectividad ha disminuido. Invertir en maquinaria moderna y eficiente mejorará el rendimiento y reducirá las pérdidas de potencia y productividad, especialmente considerando las condiciones geográficas de la zona.

Se recomienda establecer un plan de mantenimiento preventivo riguroso para asegurar que los equipos funcionen en su máximo rendimiento y para prolongar su vida útil. Esto incluye revisiones periódicas, cambios de aceite, ajustes mecánicos y calibración de los sistemas de los equipos, lo que ayudará a reducir las fallas inesperadas y los tiempos muertos.

Es crucial invertir en la capacitación continua de los operadores de maquinaria pesada. La falta de experiencia y conocimientos adecuados está contribuyendo al bajo rendimiento de los equipos. Programas de formación que incluyan tanto la operación eficiente de las máquinas como el manejo adecuado de los tiempos de trabajo y descanso pueden optimizar considerablemente los resultados.

Se recomienda mejorar la logística relacionada con la entrega oportuna de materiales y equipos a las obras. Asegurarse de que los materiales necesarios estén disponibles en el lugar y en el momento adecuado reducirá los tiempos de inactividad y aumentará la eficiencia en la ejecución de los proyectos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baker, M. (2018). *Motor graders and earth moving machinery*. Cambridge University Press.
- Bello Lozano, A. S., & Álvarez Barrios, J. L. (2015). *Estudio de los rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras en la ciudad de Cartagena caso estudio: Urbanización Coral Lakes y Zona Franca Parque Central*.  
<https://hdl.handle.net/11227/1545>
- Berrosپی Ventosilla, M. M., & Quispe Chacon, Y. A. (2023). Aplicación de las herramientas estratégicas MADE y MADl para el diagnóstico organizacional y generación de estrategias en una empresa de maquinaria pesada en la región Puno. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670798>
- Buitrago, E. D. C., Zambrano, A. M. B., & Vargas, W. E. V. (2023). Propuesta metodológica para la determinación de rendimiento de maquinaria pesada en la construcción, caso Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), Article 2. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5613](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5613)
- Catacora Mamani, J. C. (2019). *Rendimiento efectivo y rendimiento esperado de la maquinaria de C y M Vizcarra en la mina San Rafael, San Román, Juliaca, Puno*. <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/596>
- Fernández, J., & Ramírez, A. (2017). *Maquinaria pesada en la construcción: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial Limusa.
- Gaitán Paredes, E. (2024). Factores que afectan negativamente la productividad de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras de la carretera Huallangate—San José, Chota, 2022. *Universidad Nacional de Cajamarca*.  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7000>



- Gómez, L. (2017). *Movimiento de tierras: Equipos y métodos de trabajo en proyectos viales*. Editorial Norma.
- González, J., & Martín, P. (2018). *Máquinas y equipos de construcción: Teoría y práctica*. Editorial McGraw-Hill.
- Harris, R. (2017). *Introduction to heavy equipment operation and maintenance*. McGraw-Hill.
- Hughes, R. (2016). *Excavation and earthmoving: Machinery operation and techniques*. Wiley.
- Igochea Vera, D. E. (2018). Costos, presupuestos y programación de la obra mejoramiento de la infraestructura vial en la localidad de Cacatachi, distrito de Cacatachi, San Martín-region San Martín. *Repositorio - UNSM*. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3109>
- Johnson, p., & Miller, R. (2019). *Grading and road construction equipment*. Routledge.
- Kirk, D. (2017). *Front-end loaders and their applications in construction*. Elsevier.
- Lazo Acuña, R. L., & Ramírez León, G. M. (2021). *Rendimiento del Equipo de Conservación Vial y su Incidencia en los Costos de Obra en la Red Vial Vecinal*. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4973>
- Maticorena Galvez, S. G. (2015). Evaluación del rendimiento económico para la renovación adecuada del cargador frontal 966H – Caterpillar. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3515>
- Meyer, S. (2018). *Heavy equipment: Excavation and earthmoving machinery*. CRC Press.



Pérez, M. (2015). *Tecnología de equipos pesados para la construcción*. Editorial McGraw-Hill.

Pérez, M., & González, J. (2015). *Tecnología de equipos pesados para la construcción*. Editorial McGraw-Hill.

Ramírez-Porras, Ó. D. (2019). *Estimación y análisis del rendimiento y productividad de la maquinaria vial para la Municipalidad de Buenos Aires*.  
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13928>

Sánchez, R. (2016). *Rendimiento de maquinaria en proyectos de infraestructura*. Editorial Universitaria.



# ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES			METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR	DISEÑO
¿Cuál es el rendimiento de la maquinaria pesada utilizada en proyectos de movimiento de tierras para infraestructura vial en el distrito de San Miguel?	Evaluar el rendimiento de la maquinaria pesada utilizada en el movimiento de tierras para infraestructura vial en el distrito de San Miguel.	El rendimiento de la maquinaria pesada en el distrito de San Miguel está determinado por el tipo de maquinaria utilizada, las condiciones del terreno y las estrategias de mantenimiento implementadas.	Tipo de maquinaria, mantenimiento, capacitación de operadores.	Tipo de maquinaria	Tipo de equipo (excavadoras, cargadores frontales, motoniveladoras)	Diseño: Descriptivo-explicativo.
					Especificaciones técnicas (capacidad, potencia, modelo).	
				Mantenimiento	Frecuencia de mantenimiento preventivo.	Enfoque: Cuantitativo.
					Registro de reparaciones correctivas.	
					Tiempo promedio de inactividad por mantenimiento.	
				Capacitación de operadores	Nivel de formación técnica de los operadores.	
					Participación en programas de actualización.	
					Años de experiencia del operador.	



PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR	POBLACIÓN
¿Qué tipos de maquinaria pesada se utilizan en proyectos de movimiento de tierras en San Miguel?	Identificar los tipos de maquinaria pesada utilizados en proyectos de movimiento de tierras en San Miguel.	Los tipos de maquinaria pesada utilizados en proyectos de movimiento de tierras en San Miguel están limitados por la disponibilidad local y las características del terreno, lo que influye en la eficiencia del trabajo.	Rendimiento (eficiencia, productividad, costo por unidad de trabajo).	Eficiencia operativa	Volumen de material movido por hora. Tiempo promedio de operación por jornada laboral. Cumplimiento de los cronogramas establecidos.	Proyectos viales en el distrito de San Miguel que empleen maquinaria pesada.
						MUESTRA
						Proyectos representativos seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.
¿Qué factores afectan el rendimiento operativo de la maquinaria pesada?	Analizar los factores que afectan el rendimiento de la maquinaria pesada en el contexto del distrito.	El rendimiento de la maquinaria pesada en San Miguel se ve significativamente afectado por el estado del mantenimiento, la capacitación de los operadores y las condiciones del terreno.		Productividad	Rendimiento por unidad de combustible consumido. Relación costo-beneficio (costo operativo por tonelada movida). Incremento en el volumen de material movido en comparación con el estándar.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
						Guías de observación, cuestionarios estructurados, registros técnicos de maquinaria.
¿Qué indicadores permiten evaluar el rendimiento de la maquinaria pesada en estos proyectos?	Definir indicadores clave para la evaluación del rendimiento	La definición de indicadores como eficiencia operativa, productividad y costo operativo permite una		Costo operativo	Gasto promedio por mantenimiento mensual. Costo de	INSTRUMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS
						Uso de herramientas estadísticas para evaluar



	operativo de la maquinaria.	evaluación precisa del rendimiento de la maquinaria pesada y la identificación de áreas de mejora.			combustible por jornada de trabajo. Costos asociados a tiempos de inactividad	indicadores como rendimiento horario, consumo de combustible y costos operativos por unidad de trabajo. Comparaciones con estándares industriales.
--	-----------------------------	--	--	--	---	---

**Anexo 2. Panel fotográfico**



**Fotografía 1:** Control de rendimiento de camión volquete



**Fotografía 2:** Control de rendimiento de maquinaria



## Anexo 3. Resultados de cuestionario aplicado



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tesis: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Encuestador: Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

Encuestado: Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?  
 Sí  
 No  
 A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:  
 Se debería actualizar a modelos más recientes.  
 Se debería adquirir más maquinaria.  
 Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?  
 Sí  
 No  
 A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?  
 Sí  
 No  
 A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?  
 Sí  
 No  
 A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?  
 Sí  
 No
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo?  
 Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:  
 Sí  
 No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?  
 Sí  
 No  
 A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?  
 Sí  
 No  
 A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconformación de caminos?  
 Sí  
 No  
 A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?  
 Sí  
 No  
 A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?  
 Sí  
 No  
 A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tesis: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Encuestador: Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

Encuestado: Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?
  - Sí
  - No
  - A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:
  - Se debería actualizar a modelos más recientes.
  - Se debería adquirir más maquinaria.
  - Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?
  - Sí
  - No
  - A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?
  - Sí
  - No
  - A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?
  - Sí
  - No
  - A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?
  - Sí
  - No
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?
  - A veces
  - Sí
  - No
  - A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo? Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:
  - Sí
  - No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?
  - Sí
  - No
  - A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?
  - Sí
  - No
  - A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconformación de caminos?
  - Sí
  - No
  - A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?
  - Sí
  - No
  - A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?
  - Sí
  - No
  - A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tesis: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Encuestador: Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

Encuestado: Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?

Sí

No

A veces (no en todos los proyectos)

2. Con respecto a la maquinaria, considera que:

Se debería actualizar a modelos más recientes.

Se debería adquirir más maquinaria.

Es suficiente con la que hay.

3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?

Sí

No

A veces

4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?

Sí

No

A veces

5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?

Sí

No

A veces

6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?

Sí

No

A veces

7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?

Sí

No

A veces

8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?

Sí

No

A veces

9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo?

Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:

Sí

No

10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?

Sí

No

A veces

11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?

Sí

No

A veces

12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?

Sí

No

A veces

13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?

Sí

No

A veces

14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?

Sí

No

A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?
  - Sí
  - No
  - A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:
  - Se debería actualizar a modelos más recientes.
  - Se debería adquirir más maquinaria.
  - Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?
  - Sí
  - No
  - A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?
  - Sí
  - No
  - A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?
  - Sí
  - No
  - A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?
  - Sí
  - No
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?
  - A veces
  - Sí
  - No
  - A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo? Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:
  - Sí
  - No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?
  - Sí
  - No
  - A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?
  - Sí
  - No
  - A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?
  - Sí
  - No
  - A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?
  - Sí
  - No
  - A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?
  - Sí
  - No
  - A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?
  - Sí
  - No
  - A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:
  - Se debería actualizar a modelos más recientes.
  - Se debería adquirir más maquinaria.
  - Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?
  - Sí
  - No
  - A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?
  - Sí
  - No
  - A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?
  - Sí
  - No
  - A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?
  - Sí
  - No

- A veces
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?
    - Sí
    - No
    - A veces
  9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo? Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:
    - Sí
    - No
  10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?
    - Sí
    - No
    - A veces
  11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?
    - Sí
    - No
    - A veces
  12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?
    - Sí
    - No
    - A veces
  13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?
    - Sí
    - No
    - A veces
  14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?
    - Sí
    - No
    - A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?  
 Sí  
 No  
 A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:  
 Se debería actualizar a modelos más recientes.  
 Se debería adquirir más maquinaria.  
 Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?  
 Sí  
 No  
 A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?  
 Sí  
 No  
 A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?  
 Sí  
 No  
 A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?  
 Sí  
 No
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?  
 A veces  
 Sí  
 No  
 A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo?  
Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:  
 Sí  
 No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?  
 Sí  
 No  
 A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?  
 Sí  
 No  
 A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconformación de caminos?  
 Sí  
 No  
 A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?  
 Sí  
 No  
 A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?  
 Sí  
 No  
 A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tesis: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Encuestador: Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

Encuestado: Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?  
 Sí  
 No  
 A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:  
 Se debería actualizar a modelos más recientes.  
 Se debería adquirir más maquinaria.  
 Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?  
 Sí  
 No  
 A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?  
 Sí  
 No  
 A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?  
 Sí  
 No  
 A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?  
 Sí  
 No

- A veces
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
  9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo?  
Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:  
 Sí  
 No
  10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?  
 Sí  
 No  
 A veces
  11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?  
 Sí  
 No  
 A veces
  12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?  
 Sí  
 No  
 A veces
  13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?  
 Sí  
 No  
 A veces
  14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?  
 Sí  
 No  
 A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?
  - Sí
  - No
  - A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:
  - Se debería actualizar a modelos más recientes.
  - Se debería adquirir más maquinaria.
  - Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?
  - Sí
  - No
  - A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?
  - Sí
  - No
  - A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?
  - Sí
  - No
  - A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?
  - Sí
  - No
- A veces
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo? Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:
  - Sí
  - No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?
  - Sí
  - No
  - A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?
  - Sí
  - No
  - A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?
  - Sí
  - No
  - A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?
  - Sí
  - No
  - A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?
  - Sí
  - No
  - A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?
  - Sí
  - No
  - A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:
  - Se debería actualizar a modelos más recientes.
  - Se debería adquirir más maquinaria.
  - Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?
  - Sí
  - No
  - A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?
  - Sí
  - No
  - A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?
  - Sí
  - No
  - A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?
  - Sí
  - No
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?
  - A veces
  - Sí
  - No
  - A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo? Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:
  - Sí
  - No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?
  - Sí
  - No
  - A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?
  - Sí
  - No
  - A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?
  - Sí
  - No
  - A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?
  - Sí
  - No
  - A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?
  - Sí
  - No
  - A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tesis: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Encuestador: Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

Encuestado: Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?  
 Sí  
 No  
 A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:  
 Se debería actualizar a modelos más recientes.  
 Se debería adquirir más maquinaria.  
 Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?  
 Sí  
 No  
 A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?  
 Sí  
 No  
 A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?  
 Sí  
 No  
 A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?  
 Sí  
 No

- A veces
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo?  
 Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:  
 Sí  
 No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?  
 Sí  
 No  
 A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?  
 Sí  
 No  
 A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconformación de caminos?  
 Sí  
 No  
 A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?  
 Sí  
 No  
 A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?  
 Sí  
 No  
 A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?  
 Sí  
 No  
 A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:  
 Se debería actualizar a modelos más recientes.  
 Se debería adquirir más maquinaria.  
 Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?  
 Sí  
 No  
 A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?  
 Sí  
 No  
 A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?  
 Sí  
 No  
 A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?  
 Sí  
 No
- A veces
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo?  
Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:  
 Sí  
 No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?  
 Sí  
 No  
 A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?  
 Sí  
 No  
 A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?  
 Sí  
 No  
 A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?  
 Sí  
 No  
 A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?  
 Sí  
 No  
 A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tesis: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Encuestador: Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

Encuestado: Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?
  - Sí
  - No
  - A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:
  - Se debería actualizar a modelos más recientes.
  - Se debería adquirir más maquinaria.
  - Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?
  - Sí
  - No
  - A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?
  - Sí
  - No
  - A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?
  - Sí
  - No
  - A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?
  - Sí
  - No
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?
  - A veces
  - Sí
  - No
  - A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo? Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:
  - Sí
  - No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?
  - Sí
  - No
  - A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?
  - Sí
  - No
  - A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?
  - Sí
  - No
  - A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?
  - Sí
  - No
  - A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?
  - Sí
  - No
  - A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tesis: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Encuestador: Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

Encuestado: Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?
  - Sí
  - No
  - A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:
  - Se debería actualizar a modelos más recientes.
  - Se debería adquirir más maquinaria.
  - Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?
  - Sí
  - No
  - A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?
  - Sí
  - No
  - A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?
  - Sí
  - No
  - A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?
  - Sí
  - No
- A veces
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?
  - A veces
  - Sí
  - No
  - A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo? Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:
  - Sí
  - No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?
  - Sí
  - No
  - A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?
  - Sí
  - No
  - A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?
  - Sí
  - No
  - A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?
  - Sí
  - No
  - A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?
  - Sí
  - No
  - A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?  
 Sí  
 No  
 A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:  
 Se debería actualizar a modelos más recientes.  
 Se debería adquirir más maquinaria.  
 Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?  
 Sí  
 No  
 A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?  
 Sí  
 No  
 A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?  
 Sí  
 No  
 A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?  
 Sí  
 No

- A veces
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
  9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo?  
Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:  
 Sí  
 No
  10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?  
 Sí  
 No  
 A veces
  11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?  
 Sí  
 No  
 A veces
  12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?  
 Sí  
 No  
 A veces
  13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?  
 Sí  
 No  
 A veces
  14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?  
 Sí  
 No  
 A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?
  - Sí
  - No
  - A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:
  - Se debería actualizar a modelos más recientes.
  - Se debería adquirir más maquinaria.
  - Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?
  - Sí
  - No
  - A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?
  - Sí
  - No
  - A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?
  - Sí
  - No
  - A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?
  - Sí
  - No
- A veces
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo? Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:
  - Sí
  - No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?
  - Sí
  - No
  - A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?
  - Sí
  - No
  - A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconformación de caminos?
  - Sí
  - No
  - A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?
  - Sí
  - No
  - A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?
  - Sí
  - No
  - A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?
  - Sí
  - No
  - A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:
  - Se debería actualizar a modelos más recientes.
  - Se debería adquirir más maquinaria.
  - Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?
  - Sí
  - No
  - A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?
  - Sí
  - No
  - A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?
  - Sí
  - No
  - A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?
  - Sí
  - No
  - A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?
  - Sí
  - No
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?
  - A veces
  - Sí
  - No
  - A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo? Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:
  - Sí
  - No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?
  - Sí
  - No
  - A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?
  - Sí
  - No
  - A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?
  - Sí
  - No
  - A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?
  - Sí
  - No
  - A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?
  - Sí
  - No
  - A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?

Sí

No

A veces (no en todos los proyectos)

2. Con respecto a la maquinaria, considera que:

Se debería actualizar a modelos más recientes.

Se debería adquirir más maquinaria.

Es suficiente con la que hay.

3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?

Sí

No

A veces

4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?

Sí

No

A veces

5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?

Sí

No

A veces

6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?

Sí

No

A veces

7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?

Sí

No

A veces

8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?

Sí

No

A veces

9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo?

Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:

Sí

No

10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?

Sí

No

A veces

11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?

Sí

No

A veces

12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconfiguración de caminos?

Sí

No

A veces

13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?

Sí

No

A veces

14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?

Sí

No

A veces



### CUESTIONARIO SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Tesis:** EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**Encuestador:** Bach. CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

**Encuestado:** Trabajadores y Operadores de la municipalidad

1. ¿Considera que la maquinaria empleada es la adecuada para los proyectos que lleva a cabo la Municipalidad?  
 Sí  
 No  
 A veces (no en todos los proyectos)
2. Con respecto a la maquinaria, considera que:  
 Se debería actualizar a modelos más recientes.  
 Se debería adquirir más maquinaria.  
 Es suficiente con la que hay.
3. ¿Considera usted que el tamaño de la cuadrilla es el adecuado?  
 Sí  
 No  
 A veces
4. ¿Es el mantenimiento de la maquinaria adecuado y programado?  
 Sí  
 No  
 A veces
5. ¿Recibe instrucciones claras por parte de sus supervisores/jefes/superiores?  
 Sí  
 No  
 A veces
6. ¿Tiene claro lo que debe realizar en los proyectos?  
 Sí  
 No  
 A veces
7. ¿Considera que la logística o forma de desarrollar los proyectos es la adecuada?  
 Sí  
 No
8. ¿Considera que las condiciones climáticas (lluvias, soleadas) afectan el rendimiento en los proyectos?  
 A veces  
 Sí  
 No  
 A veces
9. ¿Considera oportuno u óptimo añadir más maquinaria al frente de trabajo?  
Si consideró que sí, especifique cuál maquinaria:  
 Sí  
 No
10. ¿Está cómodo con el ambiente de trabajo dentro de la cuadrilla/frente de trabajo?  
 Sí  
 No  
 A veces
11. ¿El equipo, materiales y herramientas están a tiempo en la obra para ser utilizados cuando sea necesario?  
 Sí  
 No  
 A veces
12. ¿Considera que faltan herramientas o materiales para realizar los proyectos de reconformación de caminos?  
 Sí  
 No  
 A veces
13. ¿Siente que su trabajo es valorado o reconocido?  
 Sí  
 No  
 A veces
14. ¿Es tomado en cuenta a la hora de aportar ideas o de proponer posibles soluciones?  
 Sí  
 No  
 A veces



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 31/12/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: CARLOS ALBERTO CUTIPA OLARTE

Dirección: Jr. Toribio Pacheco s/n - Lampa

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 44049245

Teléfono: 963844004 email: olartec98@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL EN EL AÑO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Rendimientos, rendimiento teórico, maquinaria pesada, conformación, movimiento de tierras

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1, 2</sup>?

2

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

31 / 12 / 2024

Fecha