

ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS
“CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI”



**Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación
técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos**
“CFB” Lima, 2025

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Ciencias Militares
con Mención en Ingeniería

Autores:

Edwin Arturo Ortega Hurtado-(0009-0000-6964-9252)

Johnny Jefferi Mendoza Coloma-(0009-0005-1787-9423)

Docente Asesor:

Dr. Jose Antonio Gallado Heredia-(0000-0002-8986-570X)

Lima – Perú

2025

Grado de similitud






20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



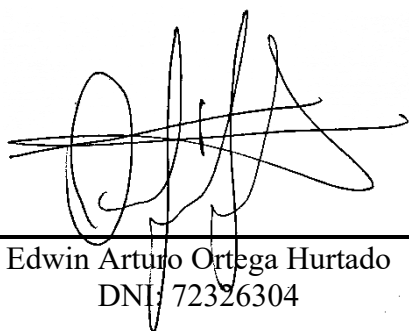
Declaración jurada de autoría

Los bachilleres **Edwin Arturo Ortega Hurtado** y **Johnny Jefferi Mendoza Coloma** del Arma de Ingeniería, de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, (EMCH “CFB”) identificados con DNI N° 72326304 y N° 73999909 respectivamente, declaramos bajo juramento que:

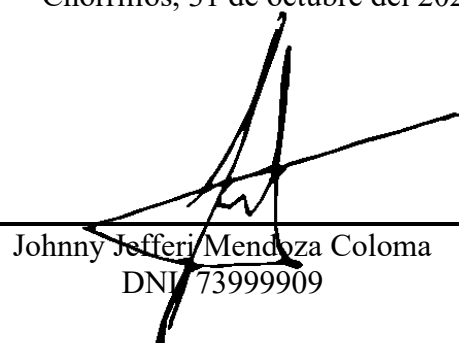
1. Somos autores de la investigación titulada: **“Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025”**.
2. Que, dicha investigación ha sido íntegramente elaborado por los suscritos y que no existe plagio alguno de ideas, texto, o imagen que corresponda a otra persona, grupo o institución; comprometiéndonos a poner a disposición de la EMCH “CFB”, los documentos que acrediten la autenticidad de la información proporcionada; si esto fuera solicitado por la entidad.
3. En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda, ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto en los documentos como en la información aportada. Y nos comprometemos a salir en defensa de la EMCH “CFB” ante cualquier reclamo de terceros que al respecto pudiese sobrevenir.
4. Finalmente, reconocemos, para todos los efectos, que la EMCH “CFB” actúa como tercero de buena fe y está exenta de cualquier responsabilidad.

En honor de lo afirmado y ratificado, firmamos la presente declaración jurada de autenticidad.

Chorrillos, 31 de octubre del 2025.



Edwin Arturo Ortega Hurtado
DNI: 72326304



Johnny Jefferi Mendoza Coloma
DNI: 73999909

Autorización de publicación

AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA EMCH “CFB”

Autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional Digital de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso y Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales RENATI.

1. Datos personales

Autor 1: Edwin Arturo Ortega Hurtado	Autor 2: Johnny Jefferi Mendoza Coloma
N° DNI: 72326304	N° DNI: 73999909
Teléfono:	Teléfono:
Correo-e: eortegah@escuelamilitar.edu.pe	Correo-e: jmendozac@escuelamilitar.edu.pe
ORCID: 0009-0000-6964-9252	ORCID: 0009-0005-1787-9423

2. Datos de la obra

Título: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025
Tipo de obra: Tesis
Asesor 1: Dr. José Antonio Galindo Heredia
N° DNI: 43251422
ORCID: 0000-0002-8986-570X
Año de publicación: 2025

3. Declaraciones

El autor declara que:

- La obra es original y de mi (nuestra) propia y exclusiva creación, realizándose sin violar ni usurpar derechos de autor de terceros.
- Con la obra no se ha quebrantado ningún derecho moral o patrimonial de autor.
- No contiene declaraciones difamatorias contra terceros y respeta el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales de las personas.
- Soy (somos) titular (es) de los derechos patrimoniales sobre la obra y no pesa ningún gravamen sobre ella.

Por tanto, todo lo señalado en el presente formato, en especial lo descrito en el numeral dos, ostenta la condición de Declaración Jurada. Por ello me comprometo a salir en defensa de LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI” ante cualquier reclamación de terceros que al respecto pudiese sobrevenir. Para todos los efectos, LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI”, actúa como tercero de buena fe.

4. Publicación de su investigación en el Repositorio Institucional de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”

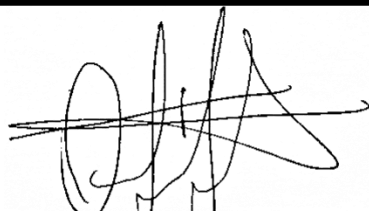
TIPO DE ACCESO A SU INVESTIGACIÓN

Acceso abierto

Acceso restringido (12 a 24 meses)

JUSTIFICACIÓN (de acceso restringido)

Información vulnerable militar



Edwin Arturo Ortega Hurtado
DNI: 72326304



Johnny Jefferi Mendoza Coloma
DNI: 73999909

Agradecimiento

A Dios, por darnos la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante en nuestra formación. Su guía y protección han sido el pilar fundamental que nos ha acompañado en cada paso de este proceso académico.

A nuestros padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios realizados para que pudiéramos alcanzar nuestras metas. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación nos ha inspirado a ser mejores cada día y a no rendirnos ante las dificultades.

A nuestros instructores y docentes de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, por compartir sus conocimientos, experiencia y valores que han moldeado nuestro carácter profesional y humano. Gracias a su guía, hemos fortalecido nuestras competencias y estamos preparados para enfrentar los retos del futuro con responsabilidad y compromiso.

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestros padres, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo han sido la base sólida sobre la cual hemos construido nuestros sueños. Su apoyo constante nos ha permitido superar obstáculos y avanzar con confianza hacia nuestro desarrollo personal y profesional.

También dedicamos este logro a la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, institución que nos ha brindado la formación integral y los valores necesarios para ser futuros oficiales comprometidos con la patria. Agradecemos la oportunidad de crecer en un ambiente de disciplina, respeto y excelencia.

Índice

	Pág.
Carátula.....	i
Grado de similitud.....	ii
Declaración jurada de autoría	iii
Autorización de publicación	iv
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Índice.....	viii
Índice de tablas	xii
Índice de figuras.....	xiii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1. Descripción problemática.....	19
1.2. Delimitación de la investigación.....	23
1.2.1. Espacial.....	23
1.2.2. Temporal.....	24
1.2.3. Teórica.....	24
1.3. Formulación del problema	24
1.3.1. Problema general	24
1.3.2. Problemas específicos.....	24
1.4. Objetivos de la investigación	25
1.4.1. Objetivo general	25
1.4.2. Objetivos específicos.....	25
1.5. Justificación e importancia de la investigación.....	25

1.5.1.	Justificación teórica	25
1.5.2.	Justificación metodológica	26
1.5.3.	Justificación práctica	26
1.5.4.	Importancia de la investigación.....	26
1.6.	Limitaciones de la investigación	27
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO		29
2.1.	Antecedentes de la investigación	29
2.1.1.	Antecedentes internacionales	29
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	32
2.2.	Bases teóricas	35
2.2.1.	Variable 1: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada	35
2.2.2.	Variable 2: Formación técnica.....	42
2.3.	Marco conceptual	47
2.4.	Operacionalización de las variables	52
2.5.	Formulación de hipótesis	53
2.5.1.	Hipótesis general	53
2.5.2.	Hipótesis específicas.....	53
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO		54
3.1.	Enfoque de investigación	54
3.2.	Tipo de investigación	54
3.3.	Método de investigación	55
3.4.	Alcance de investigación (nivel).....	55
3.5.	Diseño de la investigación.....	56
3.6.	Población, muestra, unidad de estudio	56
3.6.1.	Población de estudio.....	56
3.6.2.	Muestra de estudio.....	57
3.6.3.	Unidad de estudio	58

3.7.	Técnica e instrumento para la recolección de datos	58
3.7.1.	Técnica de recolección de datos	58
3.7.2.	Instrumento de recolección de datos	59
3.7.3.	Validez y confiabilidad de los instrumentos de medición	60
3.8.	Procesamiento y método de análisis de datos	63
3.8.1.	Técnica para el procesamiento de datos	63
3.8.2.	Método de análisis de datos.....	64
3.9.	Aspectos éticos.....	64
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		66
4.1.	Análisis descriptivo	66
4.2.	Análisis inferencial.....	74
4.2.1.	Contrastación de la Hipótesis General (HG)	74
4.2.2.	Contrastación de la Hipótesis Específica 1 (HE1).....	76
4.2.3.	Contrastación de la Hipótesis Específica 2 (HE2).....	78
4.2.4.	Contrastación de la Hipótesis Específica 3 (HE3).....	80
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		82
CONCLUSIONES		90
RECOMENDACIONES.....		92
REFERENCIAS.....		94
Anexos		100
Anexo 1. Matriz de consistencia		101
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos		102
Anexo 3. Autorización para la recolección de datos.....		106
Anexo 4. Base de datos (de prueba piloto)		107
Anexo 5. Base de datos (origen de resultados)		108
Anexo 6. Propuesta de mejora		110
Anexo 7. Validación por juicio de expertos.....		112

Anexo 8. Dictamen final revisor (DINVEST)	115
Anexo 9. Acta de sustentación (DINVEST)	116
Anexo 10. Otros de acuerdo al nivel y diseño de investigación	117

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	52
Tabla 2. Diagrama de Likert	59
Tabla 3. Evaluación de expertos	60
Tabla 4. Criterio de confiabilidad valores.....	61
Tabla 5. Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 1	62
Tabla 6. Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 2.....	63
Tabla 7. Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y Formación técnica	66
Tabla 8. Realismo en la simulación y Formación técnica.....	68
Tabla 9. Accesibilidad del simulador y Formación técnica	70
Tabla 10. Efectividad del aprendizaje y Formación técnica	72
Tabla 11. Prueba de correlación de Tau b de Kendall de la hipótesis general.....	74
Tabla 12. Prueba de correlación de Tau b de Kendall de la Hipótesis Específica 1	76
Tabla 13. Prueba de correlación de Tau b de Kendall de la Hipótesis Específica 2.....	78
Tabla 14. Prueba de correlación de Tau b de Kendall de la Hipótesis Específica 3.....	80

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Esquema de correlación.....	55
Figura 2. Alpha de Cronbach - fórmula y datos	62
Figura 3. Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y Formación técnica	66
Figura 4. Realismo en la simulación y Formación técnica	68
Figura 5. Accesibilidad del simulador y Formación técnica	70
Figura 6. Efectividad del aprendizaje y Formación técnica.....	72

Resumen

El objetivo determinó en qué medida el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada se relacionó con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la EMCH “CFB” Lima, 2025. La metodología se enmarcó en un enfoque cuantitativo, de tipo básico, con diseño no experimental y transversal, y alcance descriptivo-correlacional, adecuada para observar la relación entre variables sin manipularlas. La población estuvo constituida por 100 cadetes de Ingeniería; la muestra fue probabilística aleatoria e incluyó a 80 cadetes, seleccionados para asegurar representatividad de los hallazgos. La técnica de recolección de datos fue la encuesta y el instrumento un cuestionario estructurado de escala Likert, que operacionalizó percepciones sobre empleo del simulador y formación técnica en dimensiones pertinentes. En los resultados descriptivos se observó predominio de niveles altos: 73.8% del total en formación técnica alta (59/80) y 81.3% en empleo del simulador alto (65/80); el cruce “alto–alto” concentró el 67.5% del total, evidenciando alineación favorable entre ambas variables. En el análisis inferencial, la correlación Tau-b de Kendall entre empleo del simulador y formación técnica alcanzó 0.633 ($p=0.000$; $N=80$), magnitud positiva moderada que respaldó la asociación estadísticamente significativa; las dimensiones mostraron coeficientes en el mismo sentido ($p<0.01$). Se concluyó que existió relación directa y significativa entre el empleo de simuladores de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes, por lo que la futura implementación de simuladores encontraría aceptación y contribuiría a consolidar competencias operativas en un entorno controlado.

Palabras claves: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada, formación técnica y cadetes de Ingeniería.

Abstract

The objective was to determine the extent to which the use of a heavy machinery operation simulator was related to the technical training of Engineering cadets at the EMCH “CFB” in 2025. The methodology was based on a quantitative, basic approach with a non-experimental, cross-sectional design and a descriptive-correlational scope, suitable for observing the relationship between variables without manipulating them. The population consisted of 100 Engineering cadets; the sample was probabilistically random and included 80 cadets, selected to ensure representativeness of the findings. The data collection technique was a survey, and the instrument was a structured Likert-scale questionnaire that operationalized perceptions about simulator use and technical training in relevant dimensions. The descriptive results showed a predominance of high levels: 73.8% of the total in high technical training (59/80) and 81.3% in high simulator use (65/80). The “high-high” crossover accounted for 67.5% of the total, demonstrating a favorable alignment between both variables. In the inferential analysis, Kendall's Tau-b correlation between simulator use and technical training reached 0.633 ($p=0.000$; $N=80$), a moderate positive magnitude that supported the statistically significant association; the dimensions showed coefficients in the same direction ($p<0.01$). It was concluded that there was a direct and significant relationship between the use of heavy machinery simulators and the cadets' technical training, suggesting that the future implementation of simulators would be well-received and contribute to consolidating operational skills in a controlled environment.

Keywords: Use of heavy machinery operation simulators, technical training, and engineering cadets.

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la formación técnica militar, esta investigación abordó la carencia de simuladores de operación de maquinaria pesada en la EMCH “CFB” y planteó la necesidad de alinear la preparación de los cadetes con enfoques de educación técnico-profesional orientados a competencias y a la empleabilidad en entornos de riesgo controlado (UNESCO, 2023). Asimismo, se consideró que el aseguramiento de la calidad en la educación superior tecnológica exigió evidencias de resultados formativos y de efectividad institucional, por lo que la incorporación de simulaciones se justificó como estrategia para fortalecer aprendizajes y desempeño (SINEACE, 2025).

La literatura sobre capacitación segura en contextos de alta exposición operacional mostró que los entornos virtuales permitieron entrenar inspecciones, maniobras y toma de decisiones sin comprometer la integridad del personal ni los equipos, evidenciando mejoras en el aprendizaje y en la transferencia a la tarea (Bowman et al., 2008). Del mismo modo, los programas públicos de formación para la seguridad y salud en operaciones de minería destacaron la capacitación como vía para reducir incidentes y fatalidades, principio que se extrapoló a la operación de maquinaria pesada en escenarios de instrucción (NIOSH, 2024).

En el ámbito peruano, antecedentes de tesis mostraron que la implementación de laboratorios de simuladores en la EMCH se relacionó con la mejora del proceso formativo en cursos de empleo mecánico, aportando evidencia local de pertinencia pedagógica (Arizaca Cruz y Bailon Ticlavilca, 2020). Asimismo, se registró que el uso de simuladores en la capacitación de operarios redujo progresivamente incidentes durante el entrenamiento, reforzando el argumento sobre su utilidad para desarrollar habilidades en condiciones seguras previas al contacto con equipos reales (Santillan Hernández y Hernández Torres, 2023).

Metodológicamente, el estudio se concibió como cuantitativo, no experimental y de alcance descriptivo-correlacional, empleando un cuestionario con escala tipo Likert para medir percepciones sobre realismo, accesibilidad y efectividad del aprendizaje con simuladores, así como su relación con la formación técnica de los cadetes (Likert, 1932). La decisión de incorporar dimensiones ligadas al desempeño operacional se respaldó en hallazgos de investigación aplicada a la seguridad en construcción, donde la simulación 3D y la realidad

virtual incrementaron la comprensión y la retención frente a métodos expositivos tradicionales (Ahn et al., 2020).

Finalmente, el propósito de esta tesis fue aportar evidencia empírica relevante para la EMCH “CFB” al analizar cómo el realismo en la simulación, la accesibilidad del simulador y la efectividad del aprendizaje se relacionaron con la formación técnica, a fin de sustentar decisiones de inversión académica y de seguridad operacional (UNESCO, 2022). Con ello, se contribuyó al debate sobre modernización didáctica en educación técnico-militar, priorizando estrategias basadas en simulación que favorecieron el desarrollo de competencias, la reducción de errores y la confianza operativa antes del despliegue con equipos reales (UNESCO-UNEVOC, 2025).

El esquema de este estudio consta de cinco capítulos principales, que se desarrollan sistemáticamente en la siguiente secuencia:

El Capítulo I, denominado Planteamiento del problema, aborda la descripción problemática que existen con empleo de simulador de operación de maquinaria pesada con el objetivo de incidir en formación técnica de los cadetes de Ingeniería. Además, se da la delimitación de la investigación, identificar y articular los siguientes problemas y objetivos: generales y específicos, justificación, importancia y limitaciones del estudio.

En el desarrollo del Capítulo II es el Marco Teórico, se constató que los estudios relacionados con este tema formaron los antecedentes internacionales y nacionales. Por lo tanto, se apoya en una base teórica para transformaciones de dimensiones correspondientes y también en un marco conceptual. Para este estudio se construyeron hipótesis generales y específicas, detallando el funcionamiento de las variables.

En el Capítulo III, conocido como Marco de Metodológico, se determinó que el diseño de este estudio sería descriptivo y correlativo. Además, se determinaron el tamaño de la muestra, las técnicas de recolección y procesamiento de datos.

El Capítulo IV versa sobre los resultados, dando detalles sobre el análisis descriptivo tratándose sobre la interpretación de los resultados estadísticos adjuntando las tablas y figuras correspondientes. Y sobre el análisis inferencial con la comprobación de las hipótesis, existe una relación significativa entre las variables del análisis.

Por último, el Capítulo V trata sobre la discusión de los resultados, contrastándolo con trabajos semejantes y comparándolos con el presente estudio.

Finalmente, se elaboraron las conclusiones y recomendaciones propuestas.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción problemática

A nivel internacional, la operación de maquinaria pesada en construcción y actividades afines se asoció con una elevada siniestralidad: la OIT estimó que entre 60 000 y 108 000 personas fallecieron cada año en obras, lo que representó del 17 % al 30 % de las muertes laborales, con amplio subregistro en países de ingreso medio y bajo (Organización Internacional del Trabajo, 2005). En ese escenario, la magnitud del riesgo reforzó la urgencia de entrenar en entornos controlados antes del contacto con equipos reales para disminuir caídas, atrapamientos y electrocuciones (Organización Internacional del Trabajo, 2015).

En minería (sector donde también se operó maquinaria de gran porte) los datos oficiales mostraron que en 2023 el 40 % de 40 muertes ocupacionales se vinculó con “maquinaria” y el 25 % con “acarreo motorizado”, lo que subrayó la exposición crítica en maniobras de volquete, rampas y botaderos (National Institute for Occupational Safety and Health, 2023). Asimismo, el análisis de NIOSH identificó que múltiples accidentes de camiones de acarreo estuvieron relacionados con condiciones del entorno y diseño vial de la faena, áreas que demandaron entrenamiento específico y protocolos estandarizados (National Institute for Occupational Safety and Health, 2020).

Desde la perspectiva de la Variable 1 (simuladores de operaciones de maquinaria pesada), la evidencia empírica demostró que los entornos de simulación y realidad virtual superaron a los métodos tradicionales en transferencia de habilidades y conductas seguras; un metaanálisis reportó efectos superiores en comportamiento ($d \approx 0.59$), habilidades ($d \approx 0.43$) y experiencia ($d \approx 0.78$), aspectos clave para tareas de inspección, maniobra y respuesta ante eventos inesperados (Man et al., 2024). De forma complementaria, un ensayo aleatorizado con 119 trabajadores de construcción en Finlandia mostró mayores mejoras en motivación y autoeficacia de seguridad tras capacitación inmersiva, reforzando la pertinencia de simular riesgos antes de la práctica con equipos reales (Nykänen et al., 2020).

La necesidad de simuladores se acentuó por brechas estructurales de equipamiento en la formación técnico-profesional: informes recientes evidenciaron que múltiples proveedores

de ETP/TVET operaron con equipos obsoletos o sin acceso a tecnologías industriales vigentes, lo que mermó la calidad y la pertinencia del entrenamiento aplicado (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2025). A la par, los Estados Miembros informaron a la UNESCO desafíos para alinear TVET con digitalización e “Industria 4.0”, recomendándose inversiones en infraestructura didáctica moderna (incluida la simulación) para acelerar resultados y la seguridad del aprendizaje práctico (UNESCO, 2024).

Respecto de la Variable 2 (formación técnica), el enfoque internacional entendió al TVET como un derecho que integró teoría, práctica y competencias para la empleabilidad, sosteniendo que sistemas eficaces debieron asegurar calidad, relevancia y aprendizaje permanente con énfasis en contextos de alto riesgo operacional (UNESCO, 2015). De igual modo, se planteó que la modernización de la ETP exigió currículos conectados con la producción y equipamiento actualizado, pues la brecha entre lo enseñado y lo requerido por las empresas afectó la transición al trabajo y la seguridad en el desempeño (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023).

Ejemplos académicos reforzaron la aplicabilidad: en Perú, una tesis propuso la prevención de accidentes en operación de maquinaria pesada mediante simuladores de pre-entrenamiento, remarcando su rol para formar operarios competentes y comprometidos con la seguridad (Santillán Hernández y Hernández Torres, 2023). Asimismo, en la EMCH “CFB” se documentó que la implementación de un laboratorio de simuladores se relacionó con mejoras en el curso de empleo de equipo mecánico, aportando evidencia local sobre pertinencia pedagógica y operativa (Arizaca Cruz y Bailón Ticlavilca, 2020).

En suma, el problema se estructuró por altas tasas de siniestralidad internacional y por limitaciones persistentes en la infraestructura de formación, lo que justificó priorizar simuladores para entrenar habilidades críticas sin exposición real al daño (National Institute for Occupational Safety and Health, 2023). De este modo, la convergencia entre seguridad ocupacional y formación técnica basada en competencias sostuvo la necesidad de inversión en simulación para reducir errores, mejorar tiempos de respuesta y elevar la confianza operativa en cadetes antes del contacto con maquinaria pesada real (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2025).

En el Perú, el panorama de siniestralidad laboral evidenció que, solo en junio de 2023, se registraron 3 228 notificaciones en el Sistema Informático de Accidentes de Trabajo; del

total, el 96,28 % correspondió a accidentes no mortales, el 1,05 % a accidentes mortales, el 1,73 % a incidentes peligrosos y el 0,09 % a enfermedades ocupacionales, con mayor concentración sectorial en industrias manufactureras (23,33 %), actividades empresariales y de alquiler (17,38 %) y transportes (11,49 %) (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2023). A nivel tipológico, las caídas de personas lideraron los accidentes no mortales seguidas de esfuerzos excesivos y golpes por objetos, lo que justificó reforzar el entrenamiento previo y simulado antes de la práctica con equipos reales (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2023).

En minería (sector emparentado con la operación de maquinaria de gran porte) se documentó que entre enero y diciembre de 2024 ocurrieron catorce accidentes mortales con quince víctimas, de las cuales el 86 % de los eventos se produjo en labores subterráneas; por tipo, el 53,3 % se debió a desprendimiento de rocas y el 33,3 % a atrapamiento o golpes por maquinarias en movimiento, evidenciando exposición crítica durante maniobras y traslados internos (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, 2024). La serie oficial del Ministerio de Energía y Minas complementó que el seguimiento de accidentes mortales en el sector permitió focalizar medidas de control y capacitación específica en frentes y rampas, donde la simulación ofreció un entorno de práctica seguro antes del contacto con equipos reales (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

La Variable 1 (simuladores de operaciones de maquinaria pesada) se sustentó en evidencia académica peruana: en la EMCH “CFB” se reportó que la implementación de un laboratorio de simuladores se relacionó con mejoras en el curso de empleo de equipo mecánico de cadetes de Ingeniería, aportando pertinencia didáctica y transferencia operativa en un entorno controlado (Arizaca Cruz y Bailón Ticlavilca, 2020). De manera convergente, una tesis desarrollada en Trujillo planteó que los simuladores de preentrenamiento previnieron incidentes frecuentes y formaron operarios más competentes y comprometidos con la seguridad, reduciendo errores durante la operación inicial en campo (Santillán Hernández y Hernández Torres, 2023).

La Variable 2 (formación técnica) se enmarcó en la Política Nacional de Educación Superior y Técnico-Productiva, que dispuso fortalecer la formación integral con infraestructura y recursos pertinentes a contextos productivos, impulsando la calidad y la empleabilidad con estándares de resultados y articulación con sectores estratégicos del país (Ministerio de Educación, 2020). A su vez, el SINEACE estableció modelos de acreditación para Institutos y

Escuelas de Educación Superior Tecnológica centrados en evidencias de logro y efectividad institucional, lo que implicó asegurar recursos de aprendizaje, prácticas y ambientes especializados (incluidos simuladores) alineados a competencias profesionales y a la seguridad operativa (SINEACE, 2025).

Este marco se reforzó con obligaciones normativas y de fiscalización nacionales: el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería exigió formación y medidas de control del riesgo antes y durante las operaciones, criterio consistente con entrenamientos progresivos en entornos simulados para tareas críticas con maquinaria (Ministerio de Energía y Minas, 2016). Adicionalmente, SUNAFIL recordó la obligación de investigar cada accidente y notificar los mortales al SAT en 24 horas, subrayando la necesidad de prevención basada en competencias y entrenamiento estructurado que los simuladores permitieron desarrollar sin exponer a los cadetes a condiciones reales de alto riesgo (Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral, 2023).

En la EMCH “CFB”, la instrucción técnica de los cadetes de Ingeniería se orientó a desempeños operativos en equipo mecánico; la evidencia institucional mostró que la propuesta de implementar un laboratorio de simuladores de maquinaria pesada se relacionó con mejores resultados del curso de “empleo de equipo mecánico”, al favorecer la práctica segura, la transferencia de habilidades y la retroalimentación inmediata (Arizaca & Bailon, 2020). A su vez, experiencias previas con simuladores en la misma escuela (en entrenamiento táctico blindado) reforzaron que la simulación se vinculó con incrementos en conocimientos, destrezas y actitudes para la instrucción, sentando un precedente pedagógico aprovechable por el Arma de Ingeniería (Seclen & Romero, 2020).

La ausencia de simuladores de maquinaria pesada en la EMCH configuró una brecha concreta de aprendizaje práctico, pues estudios internos con simuladores de sistemas blindados evidenciaron mejoras en el desempeño académico y en la destreza operativa de cadetes, lo que justificó trasladar el enfoque a la operación de equipos de gran porte en un entorno controlado y de bajo riesgo (More & Pari, 2022). Del mismo modo, aplicaciones de simuladores de tiro en la escuela demostraron reducción de costos y exposición al peligro durante fases iniciales del adiestramiento, argumento que se extrapola a maniobras con maquinaria pesada para disminuir errores tempranos y consolidar la confianza operativa antes del contacto con equipos reales (Zuazo & Zúñiga, 2017).

En cuanto a la formación técnica de los cadetes de Ingeniería, la EMCH alineó su quehacer a la Política Nacional de Educación Superior y Técnico-Productiva, que priorizó una formación integral, pertinente y basada en resultados, con articulación entre teoría y práctica para asegurar competencias aplicables al entorno productivo y a contextos de riesgo controlado (Ministerio de Educación, 2020). Este enfoque se complementó con el aseguramiento de la calidad que impulsó SINEACE, cuyo modelo de acreditación para institutos y escuelas de educación superior tecnológica enfatizó evidencias de efectividad, disponibilidad de ambientes especializados y recursos de aprendizaje (incluidos simuladores) como soporte del logro formativo (SINEACE, 2025).

La pertinencia de dicha formación técnica en la EMCH se reflejó en investigaciones que relacionaron cursos operativos exigentes con la formación profesional de los cadetes de Ingeniería, mostrando que el entrenamiento aplicado favoreció la adquisición de competencias para su futuro desempeño como oficiales (Lopez & Inga, 2023). Asimismo, trabajos sobre el plan estratégico de la escuela sostuvieron que la formación profesional de los cadetes se afianzó cuando los procesos académicos se orientaron a resultados, liderazgo y toma de decisiones en escenarios simulados y reales, alineando el currículo con estándares de calidad institucional (Torres et al., 2017).

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Espacial

La delimitación espacial se centró en la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, ubicada en la Av. Escuela Militar s/n del distrito de Chorrillos (Lima), donde se circunscribieron los ambientes académicos, talleres y áreas de instrucción utilizados por los cadetes del Arma de Ingeniería como marco físico de levantamiento de información y observación de prácticas formativas (Paucar & Rojas, 2021). En ese perímetro institucional (con domicilio legal en la misma dirección) se consideraron las dependencias operativas y académicas pertinentes para la formación técnica, garantizando homogeneidad del contexto y control de variables ambientales propias del campus militar (Escuela Militar de Chorrillos, 2024).

1.2.2. Temporal

La delimitación temporal abarcó el año académico 2025, período en el que la EMCH programó su modalidad regular desde enero, por lo que los hitos de recolección de datos, aplicación del cuestionario y análisis se encuadraron en ese ciclo anual y su cronograma institucional (Escuela Militar de Chorrillos, 2025). Esta ventana temporal se articuló con el horizonte de aseguramiento de la calidad 2025–2030 de la escuela, de modo que la medición de percepciones sobre simuladores y formación técnica se integró a una etapa de planificación y mejora continua previamente establecida (Escuela Militar de Chorrillos, 2025).

1.2.3. Teórica

La delimitación teórica se asentó en dos constructos: i) simuladores de operaciones de maquinaria pesada, comprendidos como entornos de realidad virtual/mixta aplicados a la seguridad y transferencia de habilidades operativas, cuya efectividad sobre conductas, destrezas y experiencia superó a los métodos tradicionales en contextos análogos de entrenamiento (Man et al., 2024); y ii) formación técnica en el marco de la TVET, entendida como currículo orientado a competencias, empleabilidad y aprendizaje a lo largo de la vida, en línea con la estrategia 2022–2029 que priorizó la pertinencia con economías digitales y seguras (UNESCO, 2022).

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿En qué medida el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025?

1.3.2. Problemas específicos

¿En qué medida el realismo en la simulación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025?

¿En qué medida la accesibilidad del simulador de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025?

¿En qué medida la efectividad del aprendizaje de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar en qué medida el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar en qué medida el realismo en la simulación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

Determinar en qué medida la accesibilidad del simulador de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

Determinar en qué medida la efectividad del aprendizaje de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

Teóricamente, esta investigación se justificó porque la formación técnico-profesional contemporánea priorizó el desarrollo de competencias en entornos seguros y pertinentes, y la simulación constituyó una vía didáctica para cerrar brechas de transferencia entre la teoría y la operación real de equipos de gran porte en el contexto militar, alineándose con la estrategia internacional de TVET que impulsó la actualización tecnológica del aprendizaje y la empleabilidad en escenarios de riesgo controlado (UNESCO, 2022). Asimismo, la evidencia acumulada de una revisión sistemática con metaanálisis mostró que la capacitación en seguridad mediada por entornos virtuales produjo mejoras superiores frente a métodos

tradicionales en conocimiento, habilidades y conductas preventivas, sosteniendo el valor de incorporar simuladores de operación de maquinaria pesada para fortalecer el desempeño previo al contacto con equipos reales (Scorgie et al., 2023).

1.5.2. Justificación metodológica

Metodológicamente, se justificó un enfoque cuantitativo de tipo básico, con diseño no experimental y alcance descriptivo-correlacional, dado que la EMCH “CFB” no contó aún con simuladores y resultó pertinente observar relaciones entre percepciones de necesidad y formación técnica sin manipular variables, midiendo con cuestionario de escala tipo Likert por su idoneidad para captar gradientes de actitud en contextos educativos (Likert, 1932). De manera convergente con antecedentes de la propia EMCH, investigaciones recientes aplicaron encuestas estructuradas y análisis correlacional en estudios de simulación de tiro con diseño transversal no experimental, lo que respaldó la elección de la técnica, el instrumento y el nivel del presente estudio para estimar asociaciones entre simuladores y formación técnica (Barbaran, 2023).

1.5.3. Justificación práctica

En la dimensión práctica, la justificación se sostuvo en beneficios institucionales directos: antecedentes en la EMCH evidenciaron que el uso de simuladores en instrucción de tiro y mortero redujo costos iniciales de adiestramiento, mejoró el desempeño y disminuyó la exposición al riesgo durante fases tempranas del aprendizaje, lo que permitió consolidar habilidades y retroalimentación en un ambiente controlado antes de operar sistemas reales (Zuazo & Zúñiga, 2017). A la vez, el panorama nacional de siniestralidad laboral reportó 3 228 notificaciones en junio de 2023, de las cuales el 96,28 % correspondió a accidentes no mortales, reforzando la pertinencia de invertir en simulación para fortalecer la cultura preventiva y la seguridad operacional de los cadetes de Ingeniería en maniobras con maquinaria pesada (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2023).

1.5.4. Importancia de la investigación

Esta investigación fue importante porque aportó evidencia para alinear la formación técnica de los cadetes con la estrategia de transformación de la ETP/TVET hacia economías más digitales y seguras, priorizando equipamiento y entornos de aprendizaje basados en simulación para desarrollar competencias y empleabilidad (UNESCO, 2022). Además, fortaleció el cuerpo de

conocimiento que sustentó que la realidad virtual aplicada a la seguridad en contextos afines a la operación de equipos mostró efectos superiores a los métodos tradicionales en conductas, habilidades y experiencia, lo que respaldó el potencial pedagógico de simuladores de maquinaria pesada (Man et al., 2024).

La importancia metodológica radicó en que se midieron relaciones entre percepciones sobre simuladores y formación técnica con un diseño descriptivo-correlacional, generando evidencia útil para la toma de decisiones en el marco de la política nacional de educación superior y técnico-productiva al 2030 (Ministerio de Educación, 2020). Asimismo, los resultados ofrecieron insumos para alinear recursos, ambientes especializados y evaluación por resultados exigidos por el modelo de acreditación para Institutos y Escuelas de Educación Superior Tecnológica, fortaleciendo la pertinencia del currículo del Arma de Ingeniería (SINEACE, 2025).

En el plano práctico, la investigación cobró relevancia porque la siniestralidad laboral del país demandó entrenamientos previos en entornos controlados, posicionando a los simuladores como opción para fortalecer la prevención y la cultura de seguridad antes del contacto con equipos reales (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2025). Asimismo, los reportes de accidentes mortales en la minería reforzaron la necesidad de prácticas seguras y estandarizadas durante la formación, lo que justificó inversiones didácticas orientadas a simulación para reducir errores y exposición al riesgo (Ministerio de Energía y Minas, 2025).

Para la EMCH “CFB”, esta investigación fue clave porque sistematizó evidencia local que vinculó el uso de simuladores con mejoras en cursos operativos y con la reducción de la exposición al riesgo en fases iniciales del entrenamiento, fortaleciendo la transferencia al manejo real de sistemas (Arizaca Cruz & Bailon Ticlavilca, 2020). Asimismo, dio continuidad a experiencias previas con simuladores de mortero que demostraron beneficios en la instrucción y en los costos, ofreciendo una base empírica para priorizar simuladores de maquinaria pesada en la formación del Arma de Ingeniería (Zuazo Odría & Zúñiga Muñoz, 2017).

1.6. Limitaciones de la investigación

La falta de tiempo se presentó por el cronograma académico-militar de la EMCH “CFB” y la disponibilidad restringida de los cadetes de Ingeniería, por lo que se priorizó un diseño no experimental de corte transversal y alcance descriptivo-correlacional, se acotó el trabajo de

campo al año 2025 y se concentró la medición en las dimensiones esenciales de cada variable; además, se coordinó con la jefatura de instrucción para aplicar el cuestionario en bloques breves durante horas de servicio, se utilizó un instrumento autoaplicado para reducir tiempos logísticos y se organizó al equipo en tareas paralelas (recolección, depuración y tabulación) que permitieron procesar datos de manera ágil sin afectar la rutina formativa de los cadetes.

La información limitada se evidenció porque aún no existían simuladores en la escuela y algunos registros administrativos no fueron completos, por lo que se optó por medir percepciones y necesidades con un cuestionario tipo Likert validado por juicio de expertos, se realizó una prueba piloto breve para ajustar redacción y secuencia, y se aseguraron definiciones operativas claras de cada dimensión e indicador; adicionalmente, se trianguló el análisis con documentación pública y repositorios académicos pertinentes al contexto nacional y sectorial, se explicitaron los alcances y la no generalización más allá de la población estudiada, y se dejó trazada una ruta de mejora para estudios futuros con diseños longitudinales o con simuladores implementados que fortalezcan la validez externa y la inferencia causal.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Cuellar et al. (2025), en su artículo: “Capacitación en simulador de tráiler para operadores logísticos”, realizado en el Tecnológico Nacional de México – Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli (TESCI), Cuautitlán Izcalli – México. Objetivo: se propuso brindar una guía integral para diseñar, desarrollar e implementar un simulador de tráiler que favoreciera el uso educativo efectivo y fortaleciera la formación práctica de estudiantes de Ingeniería Logística. Metodología: se adoptó un enfoque cualitativo con aprendizaje activo y retroalimentación inmediata; se emplearon métodos deductivo y analítico para organizar contenidos y descomponer conceptos. Población y muestra: la población fue de 90 alumnos y la muestra de 25 estudiantes de Ingeniería en Logística del TESCOI. Técnica e instrumento de recolección de datos: se aplicó revisión bibliográfica, encuesta semiestructurada a alumnos y operadores, y observación del comportamiento y de las técnicas de enseñanza. Resultados: el programa y el simulador posibilitaron práctica segura en entornos controlados, interacción con retroalimentación inmediata y escenarios variables; además, reportaron beneficios esperados en seguridad vial y rendimiento operativo, y facilitaron el monitoreo del progreso individual y adaptación de lecciones a necesidades específicas. Conclusiones: el simulador se consolidó como recurso formativo pertinente para desarrollar habilidades de conducción y buenas prácticas; los métodos empleados dieron estructura lógica al programa, asegurando la pertinencia temática y la aplicabilidad de las conclusiones al contexto logístico, con potencial de replicarse en otros entornos educativos. Asimismo, contribuyeron a la mejora de la eficiencia y productividad, con reducción de costos de entrenamiento y consistencia en la capacitación sostenida.

Meiners et al. (2025), en su artículo: “Development of a 6-DoF Driving Simulator with an Open-Source Architecture for Automated Driving Research and Standardized Testing”, realizado en la University of Applied Sciences Cologne, Colonia – Alemania. Objetivo: se presentó el desarrollo de una plataforma Driver-in-the-Loop de código abierto orientada a investigar funciones de conducción automatizada y a ejecutar ensayos estandarizados.

Metodología: se diseñó e integró una arquitectura modular y abierta que permitió el intercambio de componentes; el simulador se montó sobre una plataforma hexápoda de seis grados de libertad, con cabina de medio vehículo, interfaces HMI reales (pedales, volante y palanca) y proyección en pantalla curvada; se incorporó un algoritmo de “motion cueing” y se definieron requisitos de latencia y fidelidad para garantizar realismo. Población y muestra: no se contempló población humana; la validación se ejecutó mediante escenarios de conducción controlados. Técnica e instrumento de recolección de datos: se registraron telemetrías y señales de aceleraciones/velocidades angulares a través de interfaces de datos del simulador y bancos de pruebas XiL, con disponibilidad de materiales complementarios en un repositorio abierto. Resultados: la plataforma posibilitó pruebas estandarizadas y comparativas de ADAS/AD, demostró integración flexible de hardware y software, y validó su funcionalidad con la maniobra ISO de cambio de carril, evidenciando un entorno inmersivo y reproducible para iterar el desarrollo de tecnologías de conducción automatizada; conclusiones: la arquitectura abierta se consolidó como solución versátil y coste-efectiva para investigación y validación, favoreció la colaboración academia-industria y dejó bases para ampliar el entorno XiL con nuevos bancos y componentes.

Karimpour y Figari (2025), en su artículo: “Maritime Education and Training: A Simulation-Based Approach for Enhancing Ship Electric Load Management Competency Through Emergency Scenario Familiarizations Quo and Outlook”, realizado en la University of Genova, Génova – Italia. Objetivo: se buscó evaluar y fortalecer, mediante simulación de sala de máquinas, la competencia para la gestión eléctrica a bordo (en particular la sincronización manual de generadores) y proponer un marco estandarizado de evaluación de competencias alineado con el STCW. Metodología: se implementó un enfoque de Simulation-Based Training (SBT) con un simulador de alta fidelidad Wärtsilä TechSim, definiéndose criterios de realismo (latencia/fidelidad) y un esquema de evaluación pre y post entrenamiento con análisis de desempeño, registros de telemetría y observación del instructor. Población y muestra: el estudio se desarrolló con aprendices de ingeniería marítima en sesiones de cabina de máquinas; no se reportó un tamaño muestral explícito, pues la validación se centró en escenarios controlados y evidencias de desempeño. Técnica e instrumento de recolección de datos: se emplearon listas de cotejo de tareas críticas, bitácoras del simulador (tiempos de ejecución, errores y eventos), cuestionarios breves de conciencia situacional y notas de observación estructurada durante la instrucción y el debriefing. Resultados: se observaron mejoras significativas en la reducción del tiempo de sincronización, en el diagnóstico de fallas

y en la eficiencia de respuesta ante emergencias, así como mayor manejo de la carga cognitiva y mejor conciencia situacional durante eventos anómalos. Conclusiones: la simulación de alta fidelidad se consolidó como un medio eficaz para desarrollar competencias eléctricas críticas, pero se evidenció la necesidad de un marco estandarizado de evaluación para objetivar logros formativos y favorecer la comparabilidad y la mejora continua en MET.

Ala et al. (2024), en su artículo: “Simulation-Based Learning in Maritime Training: Enhancing Competency and Preparedness”, realizado en la Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta, Yakarta – Indonesia. Objetivo: se propuso sintetizar el estado del arte y argumentar cómo el aprendizaje basado en simulación fortalecía la competencia y la preparación de los cadetes, alineándolo plenamente con estándares internacionales. Metodología: se adoptó un enfoque cualitativo de revisión y análisis temático de literatura y documentos normativos de la formación marítima, con contraste crítico de evidencias y experiencias de implementación en simuladores de puente y de máquinas. Población y muestra: no correspondió población humana; la unidad de análisis estuvo conformada por publicaciones científicas y lineamientos internacionales seleccionados por pertinencia y calidad. Técnica e instrumento de recolección de datos: se empleó revisión documental en bases académicas y repositorios institucionales, con matrices de extracción y categorización de hallazgos. Resultados: el aprendizaje basado en simulación incrementó la competencia técnica, la toma de decisiones y la confianza de los cadetes; permitió escenarios realistas, práctica segura y debriefing estructurado; asimismo, se señalaron desafíos de fidelidad del simulador, problemas técnicos y necesidad de mejora continua y estandarización para garantizar la transferibilidad del desempeño al buque real. Conclusiones: la evidencia revisada respaldó a la simulación como recurso pedagógico clave y coste-efectivo para desarrollar competencias críticas y preparación operativa; se recomendó alinear currículos con normas internacionales, fortalecer la evaluación de competencias y atender las brechas de fidelidad y tecnología para consolidar su impacto formativo en la educación y el entrenamiento marítimos.

Burk et al. (2023), en su artículo: “Effectiveness of simulator training compared to machine training for equipment operators in the logging industry”, realizado en la Northern Arizona University, Flagstaff – Estados Unidos. Objetivo: se evaluó la eficacia del entrenamiento con simulador frente al entrenamiento con máquina real en desempeño y costo de formación de operadores forestales. Metodología: se aplicó un experimento controlado con diseño en bloques aleatorizados, comparando dos vías de entrenamiento (simulador vs.

máquina) durante 26 horas en cuatro días, con pruebas repetidas en tareas estandarizadas de skidder y forwarder. Población y muestra: participaron 16 novatos (4 mujeres y 12 varones, 18–60 años), con <5 horas de experiencia previa en maquinaria pesada, asignados a grupos de simulador o de máquina real. Técnica e instrumento de recolección de datos: se cronometró el tiempo para completar tareas en equipos reales; se aplicaron autoevaluaciones de confianza y ansiedad y el cuestionario NASA-TLX mediante aplicación móvil para carga mental, además de un análisis de costos (escenario tradicional, formación externa con simulador y compra propia). Resultados (cuantitativos): la composición muestral fue 25% mujeres y 75% varones; la formación externa con simulador redujo costos en 36–40% y el punto de equilibrio para compra propia se estimó en ~154 h/año (skidder) y ~104 h/año (forwarder). No se observaron diferencias globales de desempeño entre grupos (skidder $p = 0.23$; forwarder $p = 0.56$), aunque en forwarder difirieron las tendencias de mejora a lo largo del tiempo ($p = 0.03$); no hubo diferencias en NASA-TLX (skidder $p = 0.78$; forwarder $p = 0.33$) ni en ansiedad ($p = 0.33$; $p = 0.32$). Conclusiones: los simuladores resultaron eficaces para tareas simples y costo-efectivos, con ventajas claras para programas y contratistas.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Ramos y Pérez (2024), en su tesis de Licenciatura: “Importancia de la Instrucción del Empleo de Simuladores de Combate y el Desarrollo de las Habilidades en las Marchas de Campaña en los Cadetes de Infantería de la Escuela Militar de Chorrillos, 2024”, realizado en la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, Lima – Perú. El objetivo se orientó a determinar la relación entre la instrucción en simuladores de combate y el desarrollo de habilidades en las marchas de campaña. La metodología se enmarcó en un enfoque cuantitativo, tipo básico, método hipotético-deductivo, diseño no experimental y alcance descriptivo-correlacional. La población estuvo conformada por 280 cadetes de Infantería y la muestra, calculada mediante muestreo probabilístico aleatorio simple, abarcó 163 cadetes de cuarto año. La técnica de recolección de datos fue la encuesta y el instrumento, un cuestionario estructurado con escala Likert de cinco puntos, sometido a validez por juicio de expertos y confiabilidad (alfa de Cronbach) en prueba piloto. En los resultados descriptivos, la “Importancia de la instrucción del empleo de simuladores” se distribuyó en niveles: bajo 46%, medio 29% y alto 25%; y el “Desarrollo de habilidades en las marchas” alcanzó: bajo 41%, medio 33% y alto 26%. En la prueba de hipótesis general se evidenció correlación positiva fuerte entre la instrucción con simuladores y el desarrollo de habilidades ($\rho = 0.837$; $p = 0.000$).

Se concluyó que una instrucción con simuladores pertinente y de calidad fortalece significativamente las habilidades tácticas de los cadetes; además, que la metodología, la capacidad tecnológica y la maniobrabilidad de los simuladores se relacionaron de forma significativa con dichas habilidades, recomendándose modernización tecnológica y mejora pedagógica sostenida.

Patricio y Silva (2022), en su tesis de Licenciatura: “Empleo de simuladores de maquinaria pesada y el aprendizaje de los cadetes de cuarto año de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos ‘Coronel Francisco Bolognesi’ 2022”, realizado en la Escuela Militar de Chorrillos ‘Coronel Francisco Bolognesi’, Lima – Perú. Objetivo: se determinó la relación entre el empleo de simuladores de maquinaria pesada y el aprendizaje de los cadetes de cuarto año de Ingeniería. Metodología: se adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo básico, con alcance descriptivo-correlacional y diseño no experimental de corte transversal. Población y muestra: la población estuvo conformada por 31 cadetes y la muestra fue no probabilística de tipo censal, quedando 29 cadetes para el estudio. Técnica e instrumento de recolección de datos: se empleó la encuesta con cuestionario de escala Likert, complementada con observación; la validez de contenido por juicio de expertos promedió 89,63% y la confiabilidad del instrumento reportó $\alpha=0,773$ para la Variable 1 y $\alpha=0,938$ para la Variable 2. Resultados (cuantitativos): los cadetes presentaron mayoritariamente nivel medio en el empleo de simuladores (48,28%; 14/29) y nivel alto de aprendizaje (48,28%; 14/29); por dimensiones, en “simuladores de tractores” se registró 48,28% (medio), 41,38% (alto) y 10,34% (bajo). En la contrastación de hipótesis se obtuvo una correlación de Spearman $\rho=0,741$ con $p=0,000$ para la hipótesis general, y asociaciones significativas por dimensiones: $\rho=0,531$ ($p=0,003$), $\rho=0,731$ ($p=0,000$) y $\rho=0,719$ ($p=0,000$). Conclusiones: existió relación directa y significativa entre el empleo de simuladores de maquinaria pesada y el aprendizaje, evidenciándose que un mayor dominio de los simuladores se asoció con mejores niveles de aprendizaje en los cadetes evaluados.

Ávila y Nole (2022), en su tesis de Licenciatura: “Uso de simuladores de combate e instrucción del empleo de la Cia de tanques para los Cad IV del arma de Infantería de la EMCH ‘CFB’, 2022”, realizado en la Escuela Militar de Chorrillos ‘Coronel Francisco Bolognesi’, Lima – Perú. Objetivo: se determinó la relación entre el empleo de simuladores de combate y la instrucción del empleo de la compañía de tanques. Metodología: se trabajó con enfoque cuantitativo, diseño no experimental, descriptivo transeccional y correlacional; se utilizó escala ordinal con validez por juicio de expertos y confiabilidad $\alpha=0,778$ (simuladores) y $\alpha=0,712$

(instrucción), procesándose la información en Excel y SPSS. Población y muestra: se consideraron 110 cadetes de Infantería y se seleccionó una muestra de 36. Técnica e instrumento de recolección de datos: se aplicó encuesta tipo Likert; se efectuó prueba de normalidad Shapiro–Wilk y, dado el carácter no paramétrico, se empleó correlación de Spearman para la contrastación. Resultados (cuantitativos): el 27,8% reportó empleo “regular” de simuladores con instrucción media; el 5,6% informó empleo “eficiente” asociado a instrucción alta; y el 47,2% evidenció empleo “deficiente” vinculado a instrucción baja. En la hipótesis general se obtuvo $\rho=0,801$ con $p=0,000$ (relación positiva elevada); por dimensiones se hallaron $\rho=0,739$ en operaciones ofensivas, $\rho=0,674$ en defensivas y $\rho=0,573$ en retrógradas, todas con $p=0,000$. Conclusiones: se concluyó que un mayor empleo y dominio de los simuladores de combate se vinculó significativamente con mejores niveles de instrucción del empleo de la compañía de tanques; además, la relación resultó más alta en operaciones ofensivas y moderada en defensivas y retrógradas, recomendándose modernización tecnológica y perfeccionamiento pedagógico sostenido.

More y Pari (2022), en su tesis de Licenciatura en Ciencias Militares con mención en Administración: “Uso de simuladores de blindados y el desempeño académico de los cadetes de Infantería de la Escuela Militar de Chorrillos ‘CFB’, 2022”, realizado en la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, Lima – Perú. Objetivo: determinó la relación que existió entre el uso de simuladores de blindados y el desempeño académico en cadetes de Infantería. Metodología: presentó enfoque cuantitativo, tipo básico, alcance descriptivo-correlacional, diseño no experimental y transversal; se aplicó análisis inferencial tras verificar no normalidad con Kolmogorov-Smirnov. Población y muestra: consideró 291 cadetes; la muestra fue probabilística aleatoria de 166 cadetes de 2.º, 3.º y 4.º año. Técnica e instrumento de recolección de datos: empleó encuesta autoadministrada con cuestionario de 24 ítems en escala Likert de cinco categorías, con validez y confiabilidad reportadas. Resultados: el desempeño académico mostró nivel alto en 67.47% (112/166), medio 30.72% (51/166) y bajo 1.81% (3/166); el simulador de tanques registró nivel alto en 87.35% (145/166), medio 9.04% (15/166) y bajo 3.61% (6/166); la dimensión “Tipos” del desempeño alcanzó nivel alto en 72.89% (121/166), medio 21.69% (36/166) y bajo 5.42% (9/166). Prueba de hipótesis: Spearman general $\rho=0.575$, $p=0.000$; realidad virtual $\rho=0.481$, $p=0.000$; simulador de tanques $\rho=0.635$, $p=0.000$. Conclusiones: existió relación directa, significativa y de magnitud positiva moderada entre el uso de simuladores de blindados y el desempeño académico; al maximizar

el empleo de simuladores—especialmente plataformas de realidad virtual y simuladores de tanques—se fortaleció el aprendizaje teórico-práctico y mejoró el rendimiento de los cadetes.

Torres (2023), en su tesis de Maestría: “Estrategia metodológica para desarrollar competencias en simuladores virtuales en el curso de Tecnología de Manufactura en una universidad privada de Lima”, realizado en la Universidad San Ignacio de Loyola, Lima – Perú. Objetivo: se propuso diseñar una estrategia metodológica para desarrollar competencias en simuladores virtuales en dicho curso. Metodología: se enmarcó en el paradigma sociocrítico e interpretativo, con enfoque cualitativo, tipo educacional aplicado y diseño no experimental. Población y muestra: la unidad de análisis correspondió a estudiantes de últimos ciclos y docentes del curso de Tecnología de Manufactura de Ingeniería Industrial de una universidad privada de Lima; la muestra por conveniencia incluyó 15 estudiantes y 3 docentes. Técnica e instrumento de recolección de datos: se aplicó una encuesta de opinión a estudiantes, una guía de observación de clase y una entrevista semiestructurada a docentes. Resultados (cualitativos): el diagnóstico evidenció categorías emergentes que incidieron en el problema, entre ellas la adaptación de temas para motivar el aprendizaje con simuladores, la necesidad de implementar herramientas de evaluación formativa virtual, la promoción del aprendizaje autónomo y el empleo de recursos digitalizados; con base en el marco teórico se modeló la estrategia metodológica sustentada en fundamentos socioeducativos, psicológicos, pedagógicos y curriculares, y se validó mediante juicio de expertos. Conclusiones: la propuesta resultó pertinente para orientar el uso de simuladores virtuales y fortalecer competencias en Tecnología de Manufactura, aportando lineamientos para planificar, desarrollar y valorar procesos formativos con énfasis en motivación, evaluación formativa y autonomía del estudiante.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Variable 1: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada*

Definición

El “empleo de simulador de operación de maquinaria pesada” se entendió como el uso pedagógico y sistemático de plataformas virtuales que recrearon tareas, controles y contextos de riesgo propios de excavadoras, cargadores, grúas y camiones de acarreo para adquirir y transferir destrezas operativas sin exponer a personas ni equipos, con ganancias demostradas en comportamiento seguro, habilidades y experiencia frente a métodos tradicionales (Man et

al., 2024). Asimismo, se concibió como un componente formal del entrenamiento previo exigido por marcos de formación y seguridad laboral, al permitir que el operador practicara procedimientos, reconociera peligros y consolidara respuestas estandarizadas antes del contacto con equipos reales, en coherencia con los requerimientos de capacitación para la operación segura establecidos por la autoridad reguladora (OSHA, 2024).

En términos funcionales, este empleo abarcó la selección de escenarios y niveles de realismo (fidelidad de controles, físicas, retroalimentación háptica y sonora), la gestión de métricas de desempeño (tiempos, precisión, errores) y la retroalimentación inmediata centrada en el aprendizaje, integrándose a la didáctica de seguridad y al currículo técnico para potenciar la telepresencia, la percepción de riesgo y la transferencia al puesto (Yoo et al., 2023). Adicionalmente, comprendió el diseño de módulos colaborativos, edición de escenarios, rol de instructor y debriefing con registros de acciones y condiciones simuladas, de modo que los cadetes practicara coordinación, toma de decisiones y procedimientos críticos en entornos inmersivos controlados y repetibles (NIOSH, 2024).

Desde la perspectiva preventiva, su empleo se definió como una estrategia de control del riesgo que permitió ensayar identificación de peligros, maniobras, protocolos de bloqueo y respuesta a fallas en un ambiente seguro, superando limitaciones de la instrucción expositiva y mejorando la cognición de peligros gracias a experiencias inmersivas y auténticas (Gheisari & Moore, 2019). En paralelo, se respaldó en evidencia comparativa y metaanalítica que reportó efectos superiores de la simulación inmersiva sobre conductas, habilidades y experiencia de seguridad, justificando su adopción para reducir errores tempranos y consolidar hábitos operativos antes de la exposición real (Man et al., 2024).

En contextos de educación técnico-militar, su empleo se articuló como práctica estructurada dentro de asignaturas operativas, laboratorios y fases de adiestramiento, con pertinencia demostrada en la Escuela Militar de Chorrillos al asociar la implementación de un laboratorio de simuladores con mejores resultados en el curso de empleo de equipo mecánico de los cadetes de Ingeniería (Arizaca Cruz & Bailon Ticlavilca, 2020). De igual modo, se documentó en la misma institución que el uso de simuladores de maquinaria pesada se relacionó positivamente con el aprendizaje de los cadetes, consolidando el fundamento para integrar estas herramientas como puente entre la teoría y la operación segura de equipos de gran porte (Patricio Andamayo & Silva Zapata, 2022).

Teorías

Desde la Teoría del Aprendizaje Experiencial, el empleo de simuladores se entendió como una práctica formativa que transformó la experiencia en conocimiento a través del ciclo de vivencias concretas, reflexión, conceptualización y experimentación activa, facilitando que los cadetes integraran procedimientos y decisiones operativas en contextos de riesgo controlado (Kolb & Kolb, 2009). En esa lógica, la evidencia reciente en educación superior mostró que el aprendizaje experiencial incrementó la motivación y el involucramiento, elementos que potenciaron la retención y la transferencia de lo aprendido hacia tareas profesionales análogas, por lo que los simuladores resultaron coherentes con un enfoque de “aprender haciendo” antes del contacto con equipos reales (Kong, 2021).

Desde la teoría de la transferencia del entrenamiento, se sostuvo que el desempeño en el puesto mejoró cuando el contexto y las tareas de práctica guardaron una alta similitud con las condiciones reales, por lo que la fidelidad del simulador y el alineamiento de objetivos, tareas y retroalimentación se consideraron determinantes para trasladar habilidades al campo (Blume et al., 2010). Además, la literatura clásica destacó que el diseño del entrenamiento, las características del aprendiz y el clima de apoyo en la organización fueron predictores críticos de la generalización y el mantenimiento de habilidades, reforzando la necesidad de diseñar simulaciones con métricas, escenarios y criterios de desempeño comparables al entorno operativo (Baldwin & Ford, 1988).

En términos de adopción y uso, la Accesibilidad del simulador se explicó con la Teoría de Aceptación de la Tecnología, según la cual la intención de usar una tecnología dependió de su utilidad percibida y facilidad de uso, variables clave para que los cadetes incorporaran el simulador en su rutina formativa y lo valoraran como recurso efectivo (Davis, 1989). Su extensión (TAM2) añadió procesos de influencia social y componentes instrumentales cognitivos (relevancia de la tarea, calidad de salida y demostrabilidad de resultados) que ayudaron a comprender por qué la disponibilidad, soporte y facilidad de acceso condicionaron la aceptación sostenida del simulador en contextos organizacionales como la EMCH “CFB” (Venkatesh & Davis, 2000).

Dimensión final: la variable se operacionalizó en Realismo en la simulación (fidelidad de tareas y contextos para favorecer la transferencia), Accesibilidad del simulador (utilidad y

facilidad de uso que habilitaron la adopción) y Efectividad del aprendizaje (mejoras observables en desempeño y consolidación de competencias) (Blume et al., 2010).

Dimensión 1. Realismo en la simulación

El realismo en la simulación se entendió como el grado de correspondencia entre el entorno simulado y el entorno operativo real en tres planos complementarios: físico (cómo “se veía y se sentía”), funcional (cómo “actuaba” ante las acciones del operador) y psicológico (si provocaba procesos cognitivos, conductuales y emocionales similares a la operación real) (NASA, 2024). En esa línea, se afirmó que la efectividad formativa dependió menos de la “apariencia” y más de la alineación funcional de tareas y feedback con el contexto objetivo, por lo que el diseño instruccional priorizó la correspondencia de funciones antes que la mera fidelidad visual o de hardware (Hamstra et al., 2014).

El realismo también se explicó por la experiencia subjetiva de presencia: la “ilusión de lugar” (estar allí) y la “ilusión de plausibilidad” (que lo representado estaba ocurriendo), dos componentes que indujeron conductas realistas dentro de entornos inmersivos al aproximar percepciones y reacciones a las de la situación auténtica (Slater, 2009). A su vez, se distinguió entre inmersión (propiedad del sistema) y presencia (estado del usuario), distinción que permitió entender cómo los cadetes experimentaron el realismo más allá del detalle gráfico, siempre que la plataforma ofreciera suficientes “claves” sensorio-motoras y de interacción para sostener esa ilusión (Slater, 2018).

Aplicado a operaciones de maquinaria pesada, el realismo requirió mapeos finos de controles, dinámicas físicas consistentes, retroalimentación háptica y auditiva coherente, y condiciones ambientales y de riesgo comparables, de modo que el simulador respondiera a las entradas del operador con efectos operacionales verosímiles (RAND Corporation, 2020). Asimismo, la literatura de dominios operativos complejos describió el realismo como una combinación de “fidelidad técnica” (física+funcional) y “fidelidad conductual”, esto es, la semejanza entre las tareas y decisiones practicadas y las exigidas en la operación real, noción que reforzó la necesidad de escenarios con eventos, cargas de trabajo y señales comparables (Kim et al., 2021).

Desde el punto de vista de medición didáctica, el realismo efectivo se evaluó por la capacidad del entorno de reaccionar a las acciones del aprendiz de forma análoga al trabajo real (fidelidad funcional) y por el ajuste de la complejidad a la pericia del estudiante para evitar

sobrecargas cognitivas que deterioraran el aprendizaje (Dankbaar et al., 2016). Además, se enfatizó que incrementar indiscriminadamente la “alta fidelidad” no garantizó mejores resultados, y que el realismo más útil fue el que se alineó con objetivos, tareas criterio y métricas de desempeño específicas del puesto (Hamstra et al., 2014).

En términos de resultados transferibles, la evidencia sintética mostró que entrenamientos inmersivos con condiciones y tareas verosímiles superaron a métodos tradicionales en conductas, habilidades y experiencias de aprendizaje, sugiriendo que el realismo que activó presencia y riesgo percibido facilitó la transferencia al trabajo seguro (Man et al., 2024). Complementariamente, en contextos de construcción se observó que la telepresencia y la interacción en entornos virtuales influyeron en la percepción de riesgo y en la satisfacción con la capacitación, mediando su efectividad siempre que el diseño preservara la coherencia funcional del escenario simulado (Yoo, Park & Park, 2023).

Finalmente, para propósitos formativos con cadetes se sostuvo que “realismo en la simulación” significó diseñar experiencias donde la plataforma “se comportó” como el equipo real, provocó las mismas decisiones bajo condiciones comparables y generó sensaciones suficientes para sostener la presencia, privilegiando la correspondencia funcional y conductual sobre la mera apariencia (NASA, 2024). Bajo ese criterio, el realismo constituyó un medio para optimizar la transferencia: se ajustó al nivel de pericia, encarnó los riesgos relevantes y permitió medir desempeño con indicadores equivalentes a la operación, asegurando que lo aprendido se trasladara con validez al terreno (Hamstra et al., 2014).

Dimensión 2. Accesibilidad del simulador

La accesibilidad del simulador se entendió como la posibilidad real y equitativa de que los cadetes usaran la plataforma cuando la necesitaron, con suficientes puestos, horarios, soporte y normativas que evitaron cuellos de botella, y con equipamiento vigente (no obsoleto) que garantizó experiencias formativas pertinentes a las demandas técnicas actuales (UNESCO, 2024). Asimismo, se asumió que “acceso” incluyó infraestructura física y digital (espacios, energía, conectividad) así como disponibilidad programada (“seat time”) para prácticas repetibles y seguras antes del contacto con equipos reales, en línea con las prioridades de transformación de la ETP/TVET que reclamaron ampliar oportunidades efectivas de entrenamiento aplicado (UNESCO, 2024).

Desde la perspectiva del usuario, la accesibilidad dependió de que el simulador fuera percibido como útil para la tarea y fácil de usar, pues esas dos creencias predijeron intención y uso efectivo de tecnologías de entrenamiento en múltiples contextos (Davis, 1989). En consecuencia, los programas que facilitaron el acceso reduciendo fricción de entrada (interfaces claras, ayudas in situ, tutores pares, procedimientos simples de inicio de sesión) y que demostraron resultados visibles (“output quality”) fortalecieron la aceptación sostenida del recurso en cohortes de formación técnica (Venkatesh et al., 2003).

Operativamente, la accesibilidad se aseguró con plataformas interoperables y trazables que permitieron utilizar contenidos en distintos laboratorios, registrar el desempeño y reanudar sesiones sin pérdida de progreso, aprovechando estándares abiertos como xAPI y servicios de un LRS para mover datos entre sistemas de instrucción (ADL, 2024). Tales decisiones arquitectónicas (interfaces comunes, servicios asíncronos y registros de experiencia) habilitaron modalidades flexibles (presencial/mixto), aumentaron el tiempo efectivo de práctica y disminuyeron las barreras de acceso ligadas a un único equipo o a un solo aula (ADL, 2024).

A nivel institucional, la accesibilidad exigió capacidades docentes y gestión del cambio: evidencia en contextos operativos y de salud mostró que la falta de formadores entrenados, las agendas saturadas, la logística de escenarios y la escasez de equipos fueron barreras recurrentes para implementar simulación, de modo que la estrategia de acceso debió contemplar formación de instructores, soporte técnico y programación distribuida (Bredmose et al., 2021). En entornos de recursos limitados, los estudios destacaron además la necesidad de kits básicos, mantenimiento y gobernanza clara del uso para garantizar sesiones regulares y seguras, lo que incidió directamente en que los estudiantes pudieran acceder y beneficiarse de la práctica (Mwalabu et al., 2024).

En educación de ingeniería, la accesibilidad también se explicó por factores motivacionales y de ajuste tarea-tecnología: cuando el simulador se integró curricularmente con tareas auténticas, feedback inmediato y soporte pedagógico, los estudiantes mostraron mayor intención de continuar usándolo y reportaron mejores experiencias de aprendizaje, reduciendo abandonos por fricción de uso o por baja disponibilidad (Udeozor et al., 2023). De igual modo, investigaciones recientes en mecatrónica que integraron TAM con Task-Technology Fit evidenciaron que el encaje entre lo que se practica y las demandas reales de la tarea (junto con facilidad de uso) predijo la continuidad de uso, por lo que planificar cupos,

ventanas horarias y rutas de práctica secuenciadas fue parte esencial de “hacer accesible” el simulador (Li & Liang, 2025).

Dimensión 3. Efectividad del aprendizaje

La efectividad del aprendizaje se entendió como el grado en que una intervención formativa logró sus resultados previstos en dominios cognitivos, procedimentales y afectivos, y en su transferencia al desempeño, por lo que se evaluó no solo por “aprender” sino por “aprender y usar” en tareas análogas al trabajo (Kraiger, Ford & Salas, 1993). En esta línea, los criterios de evaluación de la formación se articularon en niveles que abarcaron reacciones, aprendizaje, conducta y resultados, mostrando asociaciones meta-analíticas entre dichos criterios y proporcionando una base para juzgar la efectividad más allá de pruebas inmediatas de conocimiento (Alliger et al., 1997).

En contextos de simulación, la efectividad del aprendizaje se evidenció cuando las experiencias formativas superaron a métodos tradicionales en autoeficacia, conocimiento declarativo y procedimental, y retención, con incrementos meta-analíticos de 20 %, 11 %, 14 % y 9 % respectivamente al usar juegos/simulaciones computacionales (Sitzmann, 2011). De forma convergente, otro meta-análisis reportó efectos positivos de los “serious games” sobre procesos cognitivos y motivacionales que sostuvieron la transferencia, reforzando que la efectividad dependió de activar procesos mentales y motivacionales clave además del contenido (Wouters et al., 2013).

Los mecanismos que explicaron dicha efectividad incluyeron práctica deliberada con feedback, oportunidad de repetición, graduación de la dificultad y evaluación con métricas alineadas a la tarea, rasgos identificados en revisiones sistemáticas de simulación de alta fidelidad que vincularon estas características con mejores resultados educativos (Issenberg et al., 2005). No obstante, la evidencia también mostró que “más realismo” no siempre implicó más aprendizaje y que, en ciertos niveles de formación, la alta fidelidad incrementó la confianza sin mejoras proporcionales en desempeño, por lo que la efectividad dependió de la correspondencia funcional con los objetivos y del momento instruccional (BMC Medical Education, 2019).

Operacionalmente, se consideró efectiva una experiencia cuando produjo mejoras sostenidas y transferibles al criterio de desempeño: identificar peligros con mayor precisión, reducir errores, ejecutar maniobras con menos tiempo/variabilidad y mantener esos logros en

pruebas diferidas, lo que se observó en estudios controlados de seguridad en construcción que compararon VR con instrucción convencional (Sacks, Perlman & Barak, 2013). A nivel de síntesis, la transferencia de entrenamiento (como indicador superior de efectividad) estuvo asociada con características del aprendiz, del entorno de trabajo y del diseño instruccional, confirmándose relaciones positivas en un meta-análisis de 89 estudios (Blume, Ford, Baldwin & Huang, 2010).

Desde la perspectiva de política pública y gestión de programas, la efectividad del aprendizaje se enmarcó en valorar evidencia sobre prácticas seguras y resultados organizacionales, de modo que la evaluación consideró impacto y relevancia más allá del aula, siguiendo marcos de evaluación de investigación y programas en salud ocupacional (NIOSH, 2010). En coherencia, las guías de mejora de programas recomendaron monitorear indicadores, retroalimentar cambios y ajustar metas para sostener la efectividad en el tiempo, integrando los hallazgos de capacitación a decisiones preventivas y de gestión (OSHA, 2024).

2.2.2. Variable 2: Formación técnica

Definición

La formación técnica se entendió como el conjunto de procesos educativos y de capacitación orientados al desarrollo de conocimientos aplicados, habilidades prácticas y actitudes para desempeños ocupacionales en diversos sectores, articulada al derecho a la educación y al trabajo, e integrada al aprendizaje a lo largo de la vida (UNESCO, 2015). En esta noción se incluyeron trayectorias en niveles secundario, possecundario y terciario, modalidades de aprendizaje en el trabajo y desarrollo profesional continuo con el fin de facilitar transiciones escuela-empleo, empleabilidad y ciudadanía para economías digitales y verdes (UNESCO, 2022).

Desde una perspectiva de política comparada, la formación técnica se concibió como un subsistema que conectó estrechamente la oferta formativa con el mundo del trabajo mediante diseños curriculares flexibles, módulos actualizables y aprendizaje basado en el trabajo, atendiendo las transiciones gemelas digital y verde y favoreciendo la participación de empleadores y socios sociales (OECD, 2025). En el caso peruano, esta orientación se alineó con la Política Nacional de Educación Superior y Técnico-Productiva al 2030, que apostó por el acceso con equidad, la mejora de la calidad, la pertinencia productiva y la actualización

continua para el desarrollo de competencias y trayectorias formativas a lo largo de la vida (MINEDU, 2020).

La calidad y pertinencia de la formación técnica se sustentaron en arreglos de aseguramiento y acreditación que valoraron resultados de aprendizaje y efectividad institucional, destacando estándares sobre currículo fundamentado, gestión de ambientes especializados, vinculación productiva y seguimiento de egresados, como estableció el nuevo Modelo de Acreditación Institucional para IES y EEST (SINEACE, 2025). A su vez, el marco internacional reafirmó que la formación técnica debía empoderar personas y organizaciones para el trabajo decente, la cohesión social y la sostenibilidad, integrando habilidades transversales, alfabetización, numeracia y ciudadanía como componentes esenciales del desarrollo de competencias (UNESCO, 2015).

En términos evaluativos, la formación técnica se caracterizó por un enfoque por competencias con evidencias de desempeño y métricas de logro alineadas a criterios ocupacionales, donde las revisiones sistemáticas en el ámbito TVET mostraron el predominio de evaluaciones basadas en competencias y en el rendimiento para verificar resultados de aprendizaje y retroalimentar la mejora didáctica (Yusop et al., 2022). Complementariamente, la literatura conceptual sobre competencia profesional del docente de formación técnica sostuvo que la efectividad dependió de marcos que integraron conocimiento disciplinar y didáctico, capacidad de actuación situada y desarrollo continuo del profesorado, lo que reforzó la coherencia entre enseñanza, evaluación y transferencia al puesto de trabajo (Antera, 2021).

Teorías

El enfoque por competencias/educación basada en resultados sostuvo que la formación técnica definió con claridad los desempeños esperados, organizó el currículo en torno a estándares observables y articuló la evaluación con evidencias de logro para garantizar pertinencia y transferibilidad al trabajo (Harden, 2007). En TVET, ello se operacionalizó mediante diseño, impartición y evaluación por unidades de competencia, con criterios e instrumentos explícitos que aseguraron desempeño seguro en contextos de riesgo y facilitaron la certificación progresiva del aprendizaje (Organización Internacional del Trabajo, 2020).

Desde la teoría del capital humano, la formación técnica se interpretó como inversión que acumuló conocimientos, habilidades y rasgos productivos en las personas, elevando productividad, empleabilidad y crecimiento, y justificando políticas “skills-first” que

revaloraron la demostración de capacidades más allá de credenciales formales (OECD, 2025). En ese marco, los sistemas de habilidades se orientaron a transiciones verde y digital, con énfasis en resultados de aprendizaje relevantes para empresas y sectores estratégicos, lo que otorgó a la formación técnica un papel central en la resiliencia y la movilidad laboral (OECD, 2023).

El alineamiento constructivo explicó que la efectividad de la formación técnica emergió cuando objetivos, actividades de enseñanza y evaluación se diseñaron de forma coherente para inducir exactamente los desempeños que se buscaron medir, priorizando tareas auténticas, rúbricas claras y retroalimentación formativa (Biggs, 1996). A nivel de política y gestión curricular, esta lógica se articuló con la agenda internacional de TVET que impulsó renovación de planes de estudio, pedagogías activas y actualización de competencias para economías digitales y sostenibles, reforzando la necesidad de alinear contenidos, metodologías y evidencias de logro (UNESCO, 2022).

Dimensión final: esta variable se operacionalizó en Contenido del currículo, Metodología de enseñanza y Capacitación en seguridad.

Dimensión 1. Contenido del currículo

El contenido del currículo se entendió como el conjunto planificado y secuenciado de aprendizajes (objetivos, saberes, métodos, materiales y evaluación) que definió qué, por qué, cómo y cuán bien se aprendió en un programa, incluyendo arreglos para la formación docente y la organización de las experiencias de aprendizaje (UNESCO, 2025). A su vez, se asumió como una descripción explícita y sistemática de propósitos, contenidos y prácticas de evaluación que orientó la toma de decisiones curriculares y garantizó coherencia interna entre los componentes del proceso formativo (UNESCO-IBE, 2013).

Desde el diseño instruccional, el contenido del currículo se estructuró “de atrás hacia adelante” a partir de resultados de aprendizaje, alineando intencionalmente objetivos, actividades y evaluación (“alineamiento constructivo”) para inducir exactamente los desempeños que se pretendieron medir (Biggs, 1996). En esa lógica, la educación basada en resultados organizó el currículo por competencias y evidencias, haciendo que la selección de contenidos, su profundidad y su secuencia respondieran a resultados observables y evaluables en contextos auténticos (Harden, 2007).

En la formación técnico-profesional, el contenido del currículo se definió por su pertinencia frente a transiciones verde y digital, por lo que se actualizó con flexibilidad en tiempo, lugar, modalidad y contenidos, conectando con necesidades sectoriales y trayectorias de aprendizaje a lo largo de la vida (OECD, 2023). En el caso peruano, la Política Nacional de Educación Superior y Técnico-Productiva al 2030 dispuso que el contenido se articulara con calidad, equidad y empleabilidad, explicitando resultados y rutas formativas que respondieron a la demanda productiva nacional (Ministerio de Educación, 2020).

Para el aseguramiento de la calidad, el contenido del currículo se integró a estándares de resultados y a la disponibilidad de ambientes y recursos de aprendizaje, de modo que su diseño y actualización evidenciaron efectividad institucional y logro de competencias en la evaluación y acreditación de IES y EEST (SINEACE, 2025). Complementariamente, el marco internacional de TVET reafirmó que el currículo incorporó no solo contenidos técnicos, sino también habilidades transversales y ciudadanía, como parte de un aprendizaje a lo largo de la vida que respondió a contextos locales y desafíos globales (UNESCO, 2015).

Dimensión 2. Metodología de enseñanza

La metodología de enseñanza se entendió como el conjunto organizado de enfoques, estrategias y técnicas que articularon objetivos, contenidos, actividades y evaluación para producir aprendizajes pertinentes en contextos específicos, integrando creencias pedagógicas del docente, diversidad de estilos y cultura del aula en decisiones instruccionales coherentes (UNESCO-IBE, 2023). Asimismo, se definió como un proceso de razonamiento y acción pedagógica donde el profesorado transformó el conocimiento disciplinar en experiencias de aprendizaje significativas mediante selección de métodos, secuencias y representaciones didácticas que posibilitaron la comprensión y la actuación competente del estudiantado (Shulman, 1987).

Desde el diseño curricular, la metodología de enseñanza se concibió eficaz cuando alineó de manera explícita los resultados de aprendizaje con las actividades y las evidencias de evaluación, de modo que lo que el estudiantado hizo para aprender coincidió con lo que se evaluó y con lo que se pretendió que lograra en términos de desempeño observable (Biggs, 1996). En esa perspectiva sistémica, los métodos de enseñanza se integraron como un componente interdependiente del currículo junto con el contenido y la evaluación, por lo que

su selección y ajuste dependieron de la coherencia global del programa y del contexto institucional (UNESCO-IBE, 2025).

Operativamente, la metodología de enseñanza se sostuvo en principios instruccionales que guiaron el diseño de experiencias: contextualizó problemas auténticos, activó saberes previos, demostró procedimientos y criterios de calidad, promovió la aplicación guiada y consolidó la integración al mundo del estudiante para favorecer transferencia y retención (Merrill, 2002). Estos principios se tradujeron en secuencias y técnicas concretas (p. ej., aprendizaje basado en problemas, prácticas guiadas, retroalimentación formativa) cuya elección respondió a metas, nivel de pericia y recursos, manteniendo la coherencia pedagógica del programa (UNESCO-IBE, 2024).

La evidencia empírica apoyó metodologías activas como parte del repertorio metodológico: en ingeniería, la revisión de investigaciones mostró apoyo amplio (aunque heterogéneo) para aprendizaje activo, colaborativo, cooperativo y basado en problemas, con efectos positivos frente a la enseñanza expositiva convencional (Prince, 2004). A nivel transdisciplinario, un metaanálisis en STEM indicó incrementos promedio en calificaciones del 6 % y una reducción de 1,5 veces en la probabilidad de desaprobación cuando se emplearon metodologías activas, lo que reforzó la pertinencia de métodos que comprometen cognitivamente al estudiantado (Freeman et al., 2014).

Dimensión 3. Capacitación en seguridad

La capacitación en seguridad se entendió como el proceso sistemático mediante el cual una organización desarrolló conocimientos, habilidades y actitudes para identificar peligros, evaluar riesgos y aplicar controles eficaces como parte de su sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (Organización Internacional del Trabajo, 2001). Enmarcada en la prevención primaria, priorizó la jerarquía de controles (eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos y EPP) para disminuir exposiciones y asegurar que el desempeño seguro fuese sostenible en el tiempo (NIOSH, 2024).

En términos programáticos, la capacitación en seguridad integró inducción, formación específica por tarea, actualización periódica y entrenamiento para emergencias, con participación de trabajadores y liderazgo visible, como elemento central de los programas de “encontrar y corregir” peligros antes de que generasen incidentes (OSHA, 2016). Asimismo, exigió definir competencias, impartir formación inicial y de refuerzo por personas competentes,

evaluar comprensión y retención, y documentar y revisar los programas para asegurar su pertinencia y efectividad (Organización Internacional del Trabajo, 2001).

La evidencia empírica mostró que las metodologías activas (modelamiento conductual, práctica sustantiva y diálogo guiado) produjeron mayores ganancias de conocimiento y reducciones de accidentes, enfermedades y lesiones que los métodos expositivos pasivos en la formación de seguridad (Burke et al., 2006). A su vez, las revisiones sistemáticas indicaron efectos positivos especialmente sobre conductas preventivas en el lugar de trabajo, aunque pidieron fortalecer la calidad metodológica y la medición de resultados en salud y conocimiento (Robson et al., 2012).

Para tareas de alto riesgo, las simulaciones inmersivas y la realidad virtual se consolidaron como recursos que incrementaron conductas seguras, habilidades y experiencia percibida frente a métodos tradicionales, favoreciendo transferencia al puesto con menor exposición real al peligro (Man et al., 2024). En revisiones y meta-análisis multisetoriales, la realidad virtual superó a la capacitación convencional en adquisición y retención de conocimiento, con necesidades de seguimiento a largo plazo y mejor alineación teórica de los diseños (Scorgie et al., 2024).

La calidad de la capacitación se evaluó con una taxonomía de resultados de aprendizaje (cognitivos, de destreza y afectivos) que permitió conectar objetivos, actividades y evidencias con desempeño seguro observable en contextos auténticos (Kraiger et al., 1993). En el marco de programas de seguridad y salud, la evaluación y mejora continua de la capacitación se integraron a la identificación de peligros, el control de riesgos y la participación de trabajadores para sostener su efectividad y pertinencia operacional (OSHA, 2016).

2.3. Marco conceptual

Ambientes especializados de aprendizaje: se consideraron como infraestructura, talleres, laboratorios y equipamiento pertinentes que respaldaron el logro de competencias y la formación integral en programas acreditables (SINEACE, 2024).

Aprendizaje basado en el trabajo (ABT): se definió como el modelo en el que el estudiante adquirió saberes y competencias realizando—y reflexionando sobre—tareas en el puesto de trabajo o en entornos simulados vinculados a la práctica profesional (CEDEFOP, 2014).

Aprendizaje dual: se describió como la formación que alternó periodos en el centro educativo y en la empresa bajo acuerdos formativos, facilitando la inserción laboral; en Perú se documentó en la experiencia SENATI (OIT/Cinterfor, 2012). (OIT, 2012).

Aseguramiento de la calidad/acreditación: se interpretó como el conjunto de procesos que verificaron la efectividad institucional basada en resultados de formación, vinculación e impacto, conforme al modelo para IES/EEST (SINEACE, 2025).

Calidad de gráficos: características de renderizado (resolución, FOV, estereoscopia y seguimiento) que incrementaron la inmersión y la presencia; metaanálisis mostró que mejoras en seguimiento y visualización se asociaron con mayores niveles de presencia, con potencial impacto en el rendimiento de tareas (Cummings & Bailenson, 2016).

Competencia: se definió como la capacidad demostrada de movilizar conocimientos, habilidades y actitudes en contextos diversos para alcanzar resultados esperados con responsabilidad y autonomía, más allá de lo puramente cognitivo (UNESCO-UIL/CEDEFOP, 2011).

Competencias clave/transversales: se entendieron como combinaciones de saberes y actitudes necesarias para la realización personal, la empleabilidad y la ciudadanía—p. ej., digitales, aprender a aprender y sociales—integradas al TVET (UNESCO-UNEVOC, 2007/2024).

Currículo por competencias: se concibió como el diseño que priorizó resultados observables y su evaluación, actualizando contenidos y metodologías para responder a necesidades presentes y futuras de la sociedad y la economía (UNESCO-IBE, 2024).

Debriefing (análisis posterior): conversación estructurada tras la ejecución para reflexionar sobre decisiones, errores y aciertos, anclar conceptos y consolidar habilidades; revisiones identificaron el debriefing como rasgo central de las simulaciones efectivas (Issenberg et al., 2005).

Empleabilidad: se entendió como la capacidad de utilizar competencias y cualificaciones portables para acceder, mantenerse y progresar en el trabajo ante cambios tecnológicos y de mercado, eje de políticas de formación a lo largo de la vida (OIT, 2004).

Escenarios de práctica: casos planificados con objetivos, condiciones operativas, complejidad graduada y criterios de evaluación; los estándares internacionales recomendaron diseñarlos de forma deliberada para optimizar resultados, integrando pre-briefing, metas y evaluación (INACSL Standards Committee, 2021).

Estrategia nacional de habilidades: se describió como el enfoque integral para desarrollar, usar y gobernar las habilidades a lo largo del ciclo vital, con énfasis en transiciones verde y digital y en coordinación multiactor (OECD, 2019–2023).

Evaluación auténtica: se definió como la valoración de desempeños en tareas realistas alineadas con la práctica profesional, operacionalizada mediante el marco de cinco dimensiones de autenticidad (Gulikers et al., 2004).

Evaluación formativa: se entendió como la evaluación usada para mejorar el aprendizaje mediante retroalimentación que ajustó enseñanza y estudio; la síntesis de evidencia mostró ganancias significativas cuando se implementó con calidad (Black & Wiliam, 1998).

Evaluación por competencias: se definió como el proceso de recoger y valorar evidencias del desarrollo de competencias para orientar decisiones pedagógicas y certificar logros, en coherencia con el enfoque formativo del CNEB (MINEDU, 2022).

Fidelidad física: semejanza perceptible de hardware y entorno (cabina, mandos, campo visual, sonidos), útil para inmersión y familiaridad, pero subordinada a objetivos de aprendizaje cuando incrementar detalles físicos no añadió beneficios proporcionales de desempeño (Hamstra et al., 2014).

Fidelidad funcional: correspondencia entre las funciones esenciales del simulador y las de la máquina real (controles, respuestas del sistema, secuencias operativas), priorizando “lo que hace” sobre “cómo luce”, porque la evidencia mostró que la alineación de funciones clave fue determinante para el aprendizaje eficaz (Hamstra et al., 2014).

Formación técnica: se entendió como el conjunto de procesos educativos y de capacitación orientados a desarrollar conocimientos, habilidades y competencias vinculadas a ocupaciones y sectores productivos, a lo largo de la vida y en distintos niveles, incluyendo modalidades en y para el trabajo (UNESCO, 2015).

Interoperabilidad HLA: capacidad del simulador para integrarse en federaciones distribuidas de entrenamiento mediante la norma IEEE 1516 (High Level Architecture), facilitando reutilización de componentes y conexión con otros sistemas de simulación (IEEE, 2025).

Latencia (tiempo de respuesta): retraso entre la acción del cadete y su reflejo visual en el sistema; mediciones recientes reportaron latencias de 21–42 ms al inicio de movimientos bruscos, con impacto potencial en precisión sensoriomotora, por lo que su control fue crítico para tareas finas (Warburton et al., 2023).

Mapeo de controles (compatibilidad estímulo–respuesta): correspondencia espacial y lógica entre los mandos del simulador y las acciones/resultados en pantalla, principio ergonómico que redujo errores y tiempos al facilitar respuestas compatibles para el operador (ISO, 2020).

Marco Nacional de Cualificaciones (MNCP): se entendió como el instrumento que organizó por niveles las cualificaciones del país, articuló la oferta educativa con el sector productivo y visibilizó rutas formativo-laborales para el aprendizaje a lo largo de la vida (MINEDU, 2022).

Perfiles/estándares ocupacionales (CNPO): se entendieron como referentes que ordenaron y describieron desempeños de calidad exigidos por el mercado, con unidades de competencia susceptibles de reconocimiento y certificación oficial (MTPE, 2014–2021).

Presencia (fidelidad psicológica): sensación subjetiva de “estar allí” que emergió cuando el sistema generó ilusión de lugar y plausibilidad de eventos, incrementando la implicación cognitiva y la respuesta conductual realista durante la práctica operativa (Slater, 2009).

Realismo en la simulación: grado en que el entorno virtual reproduce con verosimilitud las tareas, contextos y restricciones de la operación real (equipos, fuerzas, físicas y escenarios), de modo que las conductas y decisiones del cadete en el simulador se aproximaron a las del mundo real, favoreciendo la práctica segura antes del contacto con maquinaria pesada auténtica (NASA, 2011).

Registro de aprendizaje (xAPI): estándar de la Iniciativa ADL para capturar trazas de actividad (“actor-verbo-objeto”) en un LRS, permitiendo métricas finas de desempeño y análisis longitudinal de progreso del cadete en diferentes dispositivos y escenarios (ADL, s.f.).

Resultados de aprendizaje: se concibieron como declaraciones de lo que la persona debía saber, comprender y ser capaz de hacer al término de un proceso formativo, sirviendo de base para cualificaciones y para la alineación de currículo, enseñanza y evaluación (CEDEFOP, 2017).

Retroalimentación auditiva: indicios sonoros (alarmas, tono del motor, avisos de error) diseñados para guiar la corrección durante la práctica; experimentos controlados evidenciaron que ajustar el tono/“pitch” de errores afectó tiempos, precisión y rendimiento efectivo en tareas tipo Fitts dentro de sistemas de entrenamiento en VR (Batmaz & Stuerzlinger, 2021).

Retroalimentación háptica: señales táctiles (vibración, resistencia, fuerzas) que informaron sobre contacto, dureza del material o vibración del equipo; estudios mostraron que la combinación audio-háptica mejoró el desempeño motor y la percepción de realismo en tareas de perforación simuladas (Grant et al., 2019).

Transferencia del entrenamiento: grado en que lo aprendido en el simulador se trasladó al desempeño en maquinaria real; el modelo clásico indicó que diseño de la formación, características del aprendiz y entorno de trabajo mediaron la transferencia efectiva (Baldwin & Ford, 1988).

Trayectorias formativas: se definieron como rutas que articularon niveles, modalidades y reconocimientos para favorecer progresión, pertinencia y empleabilidad en la educación superior técnico-productiva (MINEDU, 2020).

Vinculación con el sector productivo: se asumió como la relación sistemática con actores sociales y empresariales para alinear la oferta formativa con la demanda y apoyar decisiones institucionales y de aprendizaje (SINEACE, 2025).

2.4. Operacionalización de las variables

Tabla 1.

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1 Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada	El empleo de simulador de operación de maquinaria pesada son herramientas tecnológicas que replican de manera virtual las condiciones reales de manejo de maquinaria pesada, permitiendo a los usuarios practicar habilidades operativas de forma segura, controlada y sin riesgos físicos, mejorando la capacitación (OSHA, 2024).	Esta variable se operacionaliza mediante la implementación de un cuestionario estructurado con una escala de Likert, que incluye preguntas sobre la efectividad, accesibilidad, realismo y utilidad de los simuladores de maquinaria pesada. Las preguntas buscan evaluar las percepciones de los cadetes respecto a la funcionalidad de los simuladores en el contexto de su formación.	Realismo en la simulación	<ul style="list-style-type: none"> • Precisión de los controles • Calidad de gráficos • Simulación de condiciones • Retroalimentación sensorial 	1, 2 3, 4 5, 6 7, 8	Siempre (5) Casi siempre (4)
			Accesibilidad del simulador	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de equipos • Facilidad de acceso • Capacidad de actualización • Capacitación en el uso 	9, 10 11, 12 13, 14 15, 16	A veces (3)
			Efectividad del aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora en habilidades • Reducción de errores • Tiempo de respuesta • Confianza en la operación 	17, 18 19, 20 21, 22 23, 24	Casi nunca (2) Nunca (1)
Variable 2 Formación técnica	La formación técnica es el proceso educativo que proporciona a los individuos los conocimientos y habilidades necesarios para desempeñar de manera eficiente funciones profesionales específicas, mediante un currículo que combina teoría, práctica y aplicación de técnicas especializadas en un área particular (UNESCO, 2022).	Esta variable se operacionaliza a través de un cuestionario de escala de Likert que mide las percepciones de los cadetes sobre la calidad y efectividad de la formación técnica que reciben. Las preguntas se centran en la actualización de los contenidos, la metodología utilizada y la capacitación en seguridad.	Contenido del currículo	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización del contenido • Cobertura de temas clave • Profundidad de la teoría • Práctica de aplicación 	25, 26 27, 28 29, 30 31, 32	Siempre (5) Casi siempre (4)
			Metodología de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategias de enseñanza • Uso de tecnología • Interacción en clases • Evaluación continua 	33, 34 35, 36 37, 38 39, 40	A veces (3)
			Capacitación en seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolos de seguridad • Simulacro de emergencia • Procedimientos correctivos • Cultura de seguridad 	41, 42 43, 44 45, 46 47, 48	Casi nunca (2) Nunca (1)

2.5. Formulación de hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

HG: Existe relación directa y significativa entre el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

HG₀: No existe relación directa y significativa entre el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

2.5.2. Hipótesis específicas

HE1: Existe relación directa y significativa entre el realismo en la simulación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

HE1₀: No existe relación directa y significativa entre el realismo en la simulación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

HE2: Existe relación directa y significativa entre la accesibilidad del simulador de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

HE2₀: No existe relación directa y significativa entre la accesibilidad del simulador de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

HE3: Existe relación directa y significativa entre la efectividad del aprendizaje de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

HE3₀: No existe relación directa y significativa entre la efectividad del aprendizaje de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

El enfoque de nuestra investigación fue cuantitativo, lo que implicó la recolección y análisis de datos numéricos para poder entender y explicar los fenómenos estudiados. El enfoque cuantitativo se caracteriza por el uso de mediciones objetivas que permiten establecer patrones, relaciones y tendencias entre variables. De acuerdo con Ñaupas et al. (2018), el enfoque cuantitativo se utiliza cuando se desea obtener una visión precisa y generalizable de una realidad, permitiendo la interpretación de datos a través de técnicas estadísticas y herramientas matemáticas. En este sentido, se utilizaron instrumentos de medición estandarizados, como encuestas con escalas Likert, para recoger datos sobre las variables definidas en la investigación. Estos datos fueron luego procesados para identificar correlaciones, lo que permitió inferir patrones y tendencias en el comportamiento de las variables en estudio, contribuyendo al desarrollo de un análisis más profundo (Ñaupas et al., 2018, p. 140).

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación de este estudio fue básica o de investigación pura, ya que se centró en generar conocimientos nuevos y profundos sobre un fenómeno sin buscar una aplicación inmediata o práctica de los resultados. La investigación básica se caracteriza por el análisis teórico y descriptivo de las variables, con el fin de aumentar la comprensión general del tema en cuestión, sin la intención de intervenir o modificar el entorno directamente. Según Ñaupas et al. (2018), este tipo de investigación busca ampliar el conocimiento sobre fenómenos naturales o sociales a través de la observación, análisis y formulación de teorías que puedan ser comprobadas mediante métodos científicos (p. 115). En este caso, el objetivo fue comprender mejor las dinámicas de las variables involucradas en la formación técnica, la seguridad y el rendimiento en simuladores de maquinaria pesada, sin un enfoque directo hacia la aplicación inmediata de los resultados.

3.3. Método de investigación

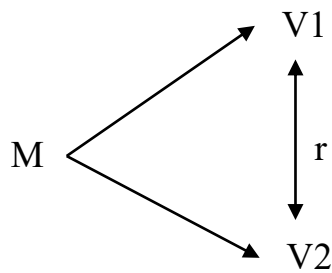
En la investigación se empleó el método estadístico correlacional no paramétrico, pertinente porque las variables se midieron con escala tipo Likert (ordinales), no se asumió normalidad y se buscó estimar la asociación monotónica entre constructos sin manipulación experimental. Se utilizó la Tau-b de Kendall, dado que resultó robusta frente a empates frecuentes en respuestas y adecuada para el tamaño muestral trabajado (N=80), permitiendo cuantificar la dirección y magnitud de la relación entre el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica, así como entre cada dimensión y la variable formativa. Con un nivel de significancia $\alpha=0.05$ (bilateral) y procesamiento en SPSS 27, los coeficientes obtenidos fueron positivos y estadísticamente significativos ($p=0.000$), con tamaños de efecto en el rango moderado a moderado-alto, lo que llevó a rechazar las hipótesis nulas y aceptar las alternativas correspondientes. En suma, el enfoque no paramétrico ofreció una estimación confiable y consistente de la asociación en datos ordinales, alineada con el diseño no experimental y el alcance descriptivo-correlacional del estudio (Kendall, 1945).

3.4. Alcance de investigación (nivel)

El alcance o nivel de la investigación fue descriptivo-correlacional. Según Hernández y Mendoza (2018), el enfoque descriptivo tiene como objetivo principal detallar las características de las variables en estudio, sin intervenir en ellas ni manipularlas. En este sentido, se buscó caracterizar de manera precisa el uso de simuladores en la formación técnica de maquinaria pesada, describiendo sus efectos sobre las habilidades operativas de los estudiantes (p. 108). Además, la investigación adoptó un enfoque correlacional, lo que implicó analizar la relación entre las variables involucradas sin establecer causalidad directa. El propósito de este tipo de estudio, según Hernández y Mendoza (2018), es identificar asociaciones y patrones entre las variables, lo que permite hacer inferencias sobre cómo los simuladores podrían influir en la capacitación y el desempeño técnico, al mismo tiempo que se examinan otras variables relevantes como la seguridad y el rendimiento (p. 109).

Figura 1.

Esquema de correlación



Donde:

M = Muestra

V1 = Variable 1: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada

V2 = Variable 2: Formación técnica

r = Correlación entre dichas variables

3.5. Diseño de la investigación

El diseño del estudio fue no experimental y de carácter transversal. Según Hernández y Mendoza (2018), el diseño no experimental se caracteriza por la observación de las variables sin manipularlas, lo que permite estudiar fenómenos tal como ocurren en su entorno natural. Este tipo de diseño es útil cuando no es posible controlar o manipular las variables en estudio, lo que fue el caso en esta investigación sobre el uso de simuladores en la formación técnica de maquinaria pesada, donde se observó el impacto sin interferir en los procedimientos de formación (p. 174). Además, el estudio adoptó un enfoque transversal, lo que implica la recopilación de datos en un solo momento o período, permitiendo una instantánea de las variables sin seguir su evolución a lo largo del tiempo. Este diseño es adecuado para obtener una visión general y correlacional de las variables involucradas en el proceso educativo (Hernández & Mendoza, 2018, p. 176).

3.6. Población, muestra, unidad de estudio

3.6.1. Población de estudio

La población del estudio estuvo constituida por 100 cadetes de Ingeniería, quienes, según Hernández y Mendoza (2018), son aquellos individuos que se encuentran en proceso de formación académica y profesional dentro de una institución educativa, específicamente en

este caso en una escuela militar. La población es el conjunto de elementos que comparten características comunes y son objeto de estudio en una investigación. En este caso, los cadetes de Ingeniería representaron el grupo en el que se investigaron las variables relacionadas con el uso de simuladores de maquinaria pesada y su impacto en la formación técnica. Hernández y Mendoza (2018) explican que la población debe ser representativa del fenómeno de interés y servir como base para generalizar los resultados obtenidos (p. 174). De esta manera, se busca que las conclusiones derivadas de la muestra seleccionada reflejen las características y comportamientos de la población total.

3.6.2. Muestra de estudio

La muestra del estudio estuvo conformada por 80 cadetes de Ingeniería, y el muestreo realizado fue probabilístico de tipo aleatorio.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

N =	100	Tamaño de la población
Z =	1.96	Nivel de confianza (95%)
p =	0.5	Probabilidad de éxito
q =	0.5	Probabilidad de fracaso
d =	0.05	Margen de error

$$n = \frac{(100) * (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}{(0.05)^2 * (100 - 1) + (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}$$

$$n = \frac{96.0400}{1.21}$$

$$n = 79.51$$

Según Hernández y Mendoza (2018), el muestreo probabilístico es aquel en el que cada elemento de la población tiene una probabilidad conocida y no nula de ser seleccionado para formar parte de la muestra. Este tipo de muestreo permite garantizar que los resultados obtenidos sean representativos de la población en su conjunto, y su uso se justifica cuando se busca generalizar las conclusiones a toda la población (p. 196). En este caso, la selección de

los cadetes de Ingeniería se hizo de manera aleatoria, lo que significa que cada cadete tenía la misma oportunidad de ser elegido para formar parte de la muestra, independientemente de sus características o desempeño previo. Hernández y Mendoza (2018) destacan que el muestreo aleatorio es útil cuando se desea evitar sesgos en la selección de participantes, lo que permite una mayor objetividad y validez en los resultados (p. 161). Esta técnica es particularmente relevante en investigaciones cuantitativas, como la presente, donde se busca obtener datos que puedan ser generalizados a toda la población de cadetes de Ingeniería.

3.6.3. Unidad de estudio

La unidad de estudio fue el grupo de cadetes de Ingeniería, entendido como el conjunto de individuos sobre los cuales se realizó la observación y recopilación de datos para el análisis. Según Hernández y Mendoza (2018), la unidad de estudio es el objeto específico que se investiga dentro de la población. En este caso, la unidad de estudio fueron los cadetes que cursaban la carrera de Ingeniería en la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, a quienes se les aplicaron los instrumentos de recolección de datos para evaluar el impacto de los simuladores de maquinaria pesada en su formación técnica. Hernández y Mendoza (2018) explican que la unidad de estudio se refiere a las personas, grupos, objetos o fenómenos que se analizan para obtener respuestas a las preguntas de investigación, siendo fundamental definirla claramente para establecer las bases del muestreo y garantizar la coherencia en el proceso de recolección de datos (p. 198). Así, la unidad de estudio, en este contexto, fue seleccionada con el propósito de proporcionar una visión específica y detallada sobre cómo los simuladores afectan el aprendizaje de los cadetes de Ingeniería en el ámbito de la formación técnica.

3.7. Técnica e instrumento para la recolección de datos

3.7.1. Técnica de recolección de datos

La técnica de recolección de datos utilizada en esta investigación fue la encuesta, un método ampliamente empleado en estudios cuantitativos para obtener información directa de los participantes sobre diversos aspectos relacionados con el objeto de estudio. Según Machuca (2022), la encuesta es una herramienta que permite recolectar datos de manera sistemática y estandarizada, facilitando la comparación y el análisis posterior de las respuestas obtenidas. En este caso, la encuesta se diseñó con preguntas cerradas, estructuradas en escalas de Likert, con el fin de medir la percepción de los cadetes sobre el impacto de los simuladores de maquinaria

pesada en su formación técnica. Esta técnica es particularmente útil cuando se busca obtener información de una gran cantidad de sujetos de manera eficiente, garantizando la objetividad y la confiabilidad de los datos. Machuca (2022) resalta que las encuestas permiten recopilar datos sobre actitudes, opiniones y experiencias de los participantes, lo que facilita el análisis de variables que de otro modo serían difíciles de evaluar. Además, la encuesta fue administrada de forma presencial a los cadetes, lo que permitió resolver cualquier duda que pudieran tener sobre las preguntas, asegurando la calidad y precisión de las respuestas (p. 115).

3.7.2. *Instrumento de recolección de datos*

El instrumento de recolección de datos utilizado en esta investigación fue el cuestionario, que consistió en preguntas cerradas con respuestas en escalas de Likert. Según Hernández y Mendoza (2018), el cuestionario es una herramienta que permite obtener información detallada de los participantes de manera estructurada, lo que facilita la comparación y análisis de las respuestas. Las preguntas cerradas en las escalas de Likert permiten medir de forma precisa las actitudes, opiniones y percepciones de los cadetes sobre el uso de los simuladores de maquinaria pesada en su formación técnica. Este tipo de instrumento es particularmente útil en investigaciones cuantitativas, ya que proporciona datos que pueden ser analizados estadísticamente para identificar patrones y relaciones entre variables (p. 251). Las respuestas en una escala de Likert, que va desde "siempre" hasta "nunca", permiten clasificar las opiniones de los participantes en categorías que reflejan su grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones planteadas en el cuestionario. Este tipo de medición facilita la recolección de datos numéricos, lo que posibilita la aplicación de análisis estadísticos posteriores para evaluar la efectividad de los simuladores y la formación técnica en los cadetes.

Tabla 2.
Diagrama de Likert

Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
1	2	3	4	5

Fuente: Desarrollada en 1932 por el sociólogo Rensis Likert

La utilización de un baremo, según Coll (2020), se refiere al sistema de puntuación o escala utilizado para evaluar o medir ciertos aspectos de un fenómeno o de los sujetos involucrados en un estudio. El baremo se emplea para establecer criterios y categorías que permitan clasificar y ordenar las respuestas o desempeños obtenidos en la investigación de

manera objetiva y estandarizada. En el contexto educativo, un baremo se utiliza para evaluar el rendimiento académico, las habilidades adquiridas o cualquier otro aspecto relevante, proporcionando una referencia numérica que facilita la interpretación y comparación de los resultados obtenidos. Según Coll (2020), el baremo ayuda a garantizar la consistencia y la equidad en el proceso de evaluación, ya que todos los participantes son evaluados bajo los mismos criterios y condiciones. Además, el uso de un baremo permite una medición precisa y confiable, que facilita la toma de decisiones informadas en base a los datos obtenidos. Este sistema es fundamental en investigaciones cuantitativas, ya que permite transformar las respuestas cualitativas o descriptivas en datos numéricos que puedan ser analizados y procesados de manera sistemática. Al aplicar un baremo en un cuestionario, por ejemplo, se puede clasificar de manera objetiva el grado de acuerdo o desacuerdo de los participantes con determinadas afirmaciones, lo que simplifica la interpretación de los resultados y asegura la validez de los hallazgos (p. 119).

3.7.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos de medición

La validación del instrumento requería un enfoque riguroso y detallado, por lo que se optó por el método del "Juicio de Expertos", un proceso que implica someter el cuestionario a la evaluación crítica de profesionales altamente calificados en el campo de estudio. En este caso, tres expertos con grados de magíster y doctorado de la EMCH "CFB" fueron convocados para analizar y ofrecer su opinión sobre el instrumento propuesto. Sus apreciaciones fueron cuidadosamente registradas y resumidas en un cuadro para su posterior análisis detallado, que se adjuntaría como anexo al documento principal.

Tabla 3.
Evaluación de expertos

Nº	EXPERTOS	DNI	VALORACIÓN CUANTITATIVA
01	Dr. HURTADO NORIEGA, CARLOS	43296300	926
02	Dr. GARCIA HUAMANTUMBA, CAMILO FERMIN	43296209	943
03	Dr. GALINDO HEREDIA, JOSE ANTONIO	43251422	950
	Promedio		940

Nota: Anexo 7

Tras recibir el juicio de los expertos, se llevó a cabo una prueba piloto del instrumento con la participación de 20 cadetes de Ingeniería de la misma institución. Esta prueba permitió

identificar posibles áreas de mejora y ajustes necesarios en el cuestionario antes de su implementación definitiva.

Para evaluar la confiabilidad del instrumento, se empleó el estándar alfa de Cronbach, una medida estadística ampliamente reconocida para verificar la consistencia interna de un conjunto de ítems. Este coeficiente proporciona información sobre la fiabilidad y la consistencia de las respuestas obtenidas a partir del instrumento. Se analizó la relación de las variables con los coeficientes alfa de Cronbach para asegurar la estabilidad y precisión del instrumento, utilizando herramientas como SPSS 27 para procesar los datos y calcular los valores correspondientes.

Por lo cual, el proceso de validación del instrumento fue integral y meticuloso, combinando el juicio de expertos, pruebas piloto y análisis estadísticos para garantizar su fiabilidad y validez. Este enfoque aseguró que el instrumento fuera adecuado y confiable para su uso en la investigación planificada, proporcionando una base sólida para la recopilación y análisis de datos precisos y significativos.

Tabla 4.
Criterio de confiabilidad valores

Intervalo de Alfa de Cronbach	Valoración
“0 < 0.20”	“Muy Baja”
“0.21 < 0.40”	“Baja”
“0.41 < 0.60”	“Moderada”
“0.61 < 0.80”	“Alta”
“0.81 < 1”	“Muy Alta”

Nota: Este instrumento se utilizó en la prueba piloto

El coeficiente de Alfa de Cronbach, una herramienta de vital importancia en la evaluación de la consistencia interna de un conjunto de ítems en un cuestionario o escala, ha sido un pilar fundamental en la investigación psicométrica desde su desarrollo por el renombrado psicólogo Lee Cronbach en 1951. Este coeficiente, representado por el símbolo α , proporciona una medida cuantitativa de la fiabilidad del instrumento, lo que ayuda a los investigadores a Establecer la coherencia con la que las preguntas en un cuestionario están correlacionadas entre sí. El coeficiente de alfa de Cronbach, cuya interpretación se basa en su escala de valores de 0 a 1, proporciona información crucial sobre la consistencia interna de los ítems del cuestionario. Un valor cercano a 1 indica una alta consistencia, lo que sugiere una

fuerte correlación entre las preguntas y una medición confiable del mismo constructo o dimensión. Por el contrario, un valor cercano a 0 indica una baja consistencia, lo que implica que las preguntas pueden medir conceptos diferentes y no están relacionadas entre sí.

Generalmente, un coeficiente de alfa de Cronbach superior a 0.7 se considera aceptable para demostrar una consistencia interna adecuada. No obstante, esta evaluación puede variar según el contexto y los objetivos específicos de la investigación. Por ejemplo, en estudios más sensibles o con escalas más cortas, podría ser aceptable un valor ligeramente inferior de alfa de Cronbach. Es importante destacar que el coeficiente de alfa de Cronbach asume que los ítems del cuestionario miden una única dimensión o concepto subyacente. Si el cuestionario evalúa múltiples conceptos o dimensiones distintas, puede ser más adecuado utilizar otros métodos de análisis de consistencia interna, como el análisis factorial confirmatorio.

Por lo cual, el coeficiente de alfa de Cronbach es una herramienta invaluable en la evaluación de la confiabilidad de un cuestionario, proporcionando a los investigadores una medida objetiva de la consistencia interna de los ítems. Su interpretación cuidadosa y su aplicación adecuada contribuyen significativamente a la calidad y validez de los datos recopilados en la investigación científica.

Figura 2.

Alpha de Cronbach - fórmula y datos

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s^2}{S_T^2} \right]$$

Donde,
 k = El número de ítems
 $\sum s^2$ = Sumatoria de varianzas de los ítems.
 S_T^2 = Varianza de la suma de los ítems.
 α = Coeficiente de alfa de Cronbach

Tabla 5.

Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 1

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.904	24

La confiabilidad del instrumento es muy alta, alcanzando un valor de 0.904 para la variable 1, lo que indica una consistencia interna notablemente sólida en las respuestas obtenidas mediante la Escala de Likert. Esta puntuación revela una confiabilidad sobresaliente en la medición de la variable en cuestión, lo que brinda una base sólida y confiable para la interpretación de los datos y las conclusiones derivadas del estudio.

Tabla 6.

Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 2

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.847	24

La confiabilidad del instrumento es muy alta, alcanzando un valor de 0.847 para la variable 2, lo que indica una consistencia interna notablemente sólida en las respuestas obtenidas mediante la Escala de Likert. Esta puntuación revela una confiabilidad sobresaliente en la medición de la variable en cuestión, lo que brinda una base sólida y confiable para la interpretación de los datos y las conclusiones derivadas del estudio.

3.8. Procesamiento y método de análisis de datos

3.8.1. Técnica para el procesamiento de datos

El proceso para el manejo de los datos en esta investigación comenzó con la preparación de las herramientas de investigación, específicamente el diseño y la preparación del cuestionario. Este cuestionario se elaboró conforme a los indicadores previamente establecidos, asegurando que los ítems fueran claros, precisos y apropiados para captar la información necesaria. También se verificó que el número de copias del cuestionario fuera suficiente para cubrir a todos los participantes de la muestra. A continuación, se solicitó el permiso correspondiente al oficial superior responsable de los cadetes, para garantizar que el proceso se realizara conforme a los protocolos institucionales establecidos. Esto aseguraba que el proceso tuviera el respaldo oficial necesario para su implementación. Una vez obtenido el permiso, se distribuyó la encuesta durante un periodo de 20 minutos en el tiempo de servicio programado, asegurándose de resolver cualquier duda que los participantes pudieran tener durante la aplicación de la misma.

El siguiente paso en el proceso fue el procesamiento de los datos obtenidos, utilizando software especializado como Excel para organizar y codificar la información de manera precisa. Posteriormente, se aplicaron herramientas estadísticas como SPSS 27 y se llevaron a cabo pruebas estadísticas inferenciales basadas en la normalidad de las muestras para validar las hipótesis planteadas en la investigación y evaluar la significancia de las correlaciones entre las variables estudiadas. Este proceso culminó con la generación de conclusiones, las cuales se basaron en los resultados obtenidos y proporcionaron una base sólida para la toma de decisiones futuras en el ámbito de la formación técnica en simuladores.

3.8.2. Método de análisis de datos

El análisis de los datos en esta investigación se dividió en dos partes: el análisis descriptivo y el análisis inferencial. En primer lugar, el análisis descriptivo se utilizó para organizar y resumir los datos obtenidos mediante tablas y figuras. A través de estas representaciones gráficas y numéricas, se presentó la distribución de las respuestas de los participantes, permitiendo observar patrones, tendencias y frecuencias de las variables. La interpretación de estos datos descriptivos proporcionó una visión general de cómo los cadetes percibieron el uso de los simuladores de maquinaria pesada y su impacto en la formación técnica. Posteriormente, se procedió con el análisis inferencial, que se utilizó para hacer generalizaciones más profundas sobre la relación entre las variables. Para ello, se aplicó la prueba de hipótesis con el coeficiente de correlación de Tau b de Kendall, que permitió analizar la fuerza y dirección de la relación entre las variables en estudio. Esta prueba no paramétrica fue especialmente útil para evaluar la existencia de correlaciones significativas entre las percepciones sobre los simuladores y otros factores relacionados, como el rendimiento y la seguridad en la formación técnica.

3.9. Aspectos éticos

En una investigación realizada en la Escuela Militar de Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi", los aspectos éticos son fundamentales para garantizar el respeto a los derechos de los participantes y la validez de los resultados. Es necesario asegurar que todos los cadetes involucrados en el estudio den su consentimiento informado de manera voluntaria, comprendiendo plenamente los objetivos de la investigación y el uso que se les dará a los datos recolectados. Además, la confidencialidad debe ser un principio clave, protegiendo la identidad de los participantes y asegurando que la información personal no se revele sin su

consentimiento explícito. Otro aspecto importante es el tratamiento imparcial de todos los cadetes, sin discriminación alguna, lo cual garantiza que el estudio sea equitativo y que los resultados reflejen la realidad de la muestra sin sesgos. Asimismo, debe existir una supervisión ética, asegurando que la investigación se realice de acuerdo con los protocolos y normas establecidas por la institución, para evitar cualquier tipo de manipulación o mala práctica. Todo esto es esencial para que los resultados obtenidos sean válidos, fiables y respeten los principios fundamentales de la ética investigativa.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo

Resultados en base al Objetivo General: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y Formación técnica

Tabla 7.

Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y Formación técnica

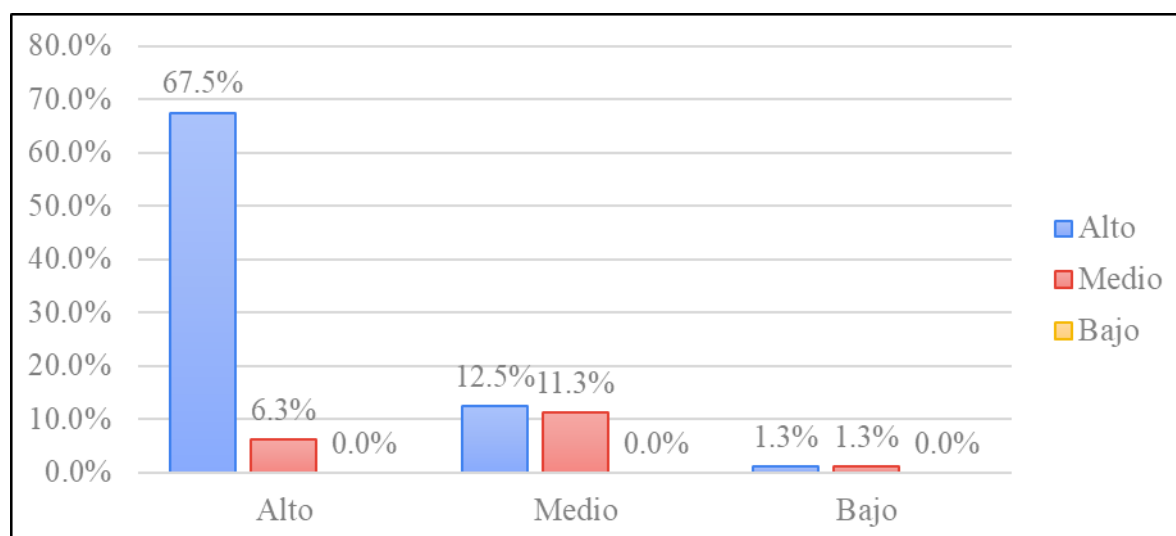
		V2: Formación técnica					
			Alto	Medio	Bajo	Total	
V1: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada Total	Alto	Recuento	54	10	1	65	
		% del total	67.5%	12.5%	1.3%	81.3%	
	Medio	Recuento	5	9	1	15	
		% del total	6.3%	11.3%	1.3%	18.8%	
	Bajo	Recuento	0	0	0	0	
		% del total	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
	Total		Recuento	59	19	2	80
			% del total	73.8%	23.8%	2.5%	100.0%

Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05

Fuente: SPSS 27

Figura 3.

Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y Formación técnica



Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05

Fuente: SPSS 27

Interpretación de la Variable 1 y la Variable 2: Mediante la Tabla 7 y en la Figura 3, el 73.8% del total se ubicó en formación técnica alta (59 cadetes), el 23.8% en nivel medio (19 cadetes) y el 2.5% en nivel bajo (2 cadetes). Por su parte, la percepción de empleo del simulador se concentró en los niveles alto (81.3%, 65 cadetes) y medio (18.8%, 15 cadetes), sin casos en el nivel bajo, lo que evidenció un amplio consenso respecto de la utilidad/pertinencia de la simulación para el entrenamiento. Esta asimetría hacia los niveles superiores sugirió un “techo” de aceptación que, a la vez, reforzó la hipótesis de que la simulación se percibió como un recurso necesario para fortalecer desempeños técnicos en un entorno controlado.

Al detallar las celdas, el 67.5% del total (54/80) se ubicó simultáneamente en empleo de simulador alto y formación técnica alta, constituyendo el núcleo de la asociación observada; a ello se añadió un 12.5% con empleo de simulador alto y formación media, y un 1.3% con empleo alto y formación baja. En el estrato de empleo de simulador medio, el 6.3% del total combinó con formación alta (5/80), el 11.3% con formación media (9/80) y el 1.3% con formación baja (1/80). Mirado por columnas, dentro de quienes reportaron formación alta (59 cadetes), el 91.5% se alineó con empleo de simulador alto (54/59) y el 8.5% con empleo medio (5/59); dentro de la formación media (19 cadetes), el 52.6% se asoció con empleo alto (10/19) y el 47.4% con empleo medio (9/19); en el nivel bajo de formación (2 cadetes), la distribución se repartió entre empleo alto y empleo medio (1 y 1 caso, respectivamente). Estas proporciones, coherentes entre sí, indicaron que, a mayor nivel de formación técnica percibida, mayor fue la adhesión al empleo intensivo de simuladores.

Desde la perspectiva por filas, entre quienes expresaron empleo de simulador alto (65 cadetes), el 83.1% se concentró en formación alta, el 15.4% en media y el 1.5% en baja; y entre quienes reportaron empleo medio (15 cadetes), el 33.3% estuvo en formación alta, el 60.0% en media y el 6.7% en baja. Esta lectura confirmó un gradiente positivo: el bloque con mayor inclinación a usar simuladores coincidió en mayor proporción con formación alta, mientras que el empleo medio se asoció relativamente más con formación media. En conjunto, la distribución sin casos en empleo bajo, el peso del cruce “alto–alto” y la coherencia de los porcentajes por columnas y filas respaldaron una interpretación sustantiva: los cadetes de Ingeniería valoraron los simuladores como herramienta estratégica y, en paralelo, situaron su formación técnica en niveles predominantemente altos, sugiriendo que la implementación de simuladores encontraría aceptación y potenciaría la consolidación de competencias operativas.

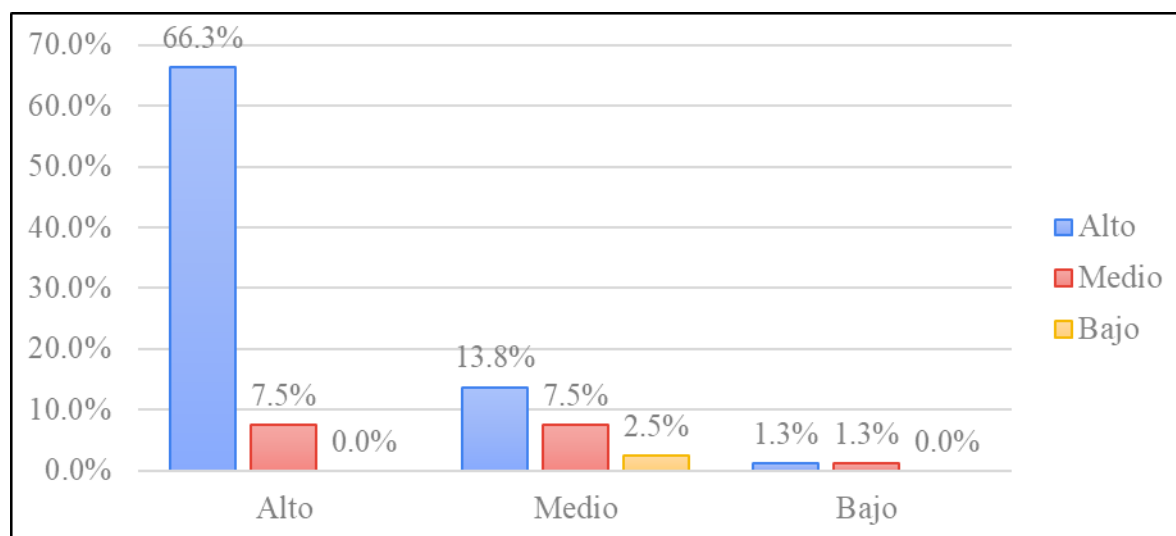
Resultados en base al Objetivo Específico 1: Realismo en la simulación y Formación técnica.

Tabla 8.
Realismo en la simulación y Formación técnica

		V2: Formación técnica				
		Alto	Medio	Bajo	Total	
D1: Realismo en la simulación	Alto	Recuento	53	11	1	65
		% del total	66.3%	13.8%	1.3%	81.3%
	Medio	Recuento	6	6	1	13
		% del total	7.5%	7.5%	1.3%	16.3%
	Bajo	Recuento	0	2	0	2
		% del total	0.0%	2.5%	0.0%	2.5%
Total		Recuento	59	19	2	80
		% del total	73.8%	23.8%	2.5%	100.0%

Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05
Fuente: SPSS 27

Figura 4.
Realismo en la simulación y Formación técnica



Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05
Fuente: SPSS 27

Interpretación de la Dimensión 1, V1 y la Variable 2: Mediante la Tabla 8 y en la Figura 4, el 73.8% del total se ubicó en formación técnica alta (59 cadetes), el 23.8% en formación media (19 cadetes) y solo el 2.5% en formación baja (2 cadetes); por su parte, el realismo en la simulación se concentró en el nivel alto con el 81.3% (65 cadetes), siguió el nivel medio con el 16.3% (13 cadetes) y quedó un 2.5% en el nivel bajo (2 cadetes), sugiriendo

que la mayoría valoró o demandó experiencias simuladas con alto grado de correspondencia con la operación real.

Al examinar el cruce principal, el 66.3% del total (53/80) se ubicó simultáneamente en realismo alto y formación técnica alta, constituyendo el núcleo de la asociación observada; se sumaron un 13.8% en realismo alto con formación media (11/80) y un 1.3% en realismo alto con formación baja (1/80). En el estrato de realismo medio, el 7.5% del total combinó con formación alta (6/80), otro 7.5% con formación media (6/80) y un 1.3% con formación baja (1/80). Solo se registró realismo bajo en formación media (2.5%; 2/80), sin casos de formación alta o baja en ese nivel de realismo, lo que reforzó la idea de que la percepción de baja fidelidad no se asoció con desempeños técnicos altos.

Desde la lectura por filas, dentro de quienes reportaron realismo alto (65 cadetes), el 81.5% presentó formación alta (53/65), el 16.9% formación media (11/65) y el 1.5% formación baja (1/65), reflejando un gradiente consistente a favor de mejores niveles formativos cuando se consideró alto el realismo. Entre quienes señalaron realismo medio (13 cadetes), la distribución resultó más equilibrada: 46.2% en formación alta (6/13), 46.2% en media (6/13) y 7.7% en baja (1/13). En realismo bajo (2 cadetes), ambos casos se concentraron en formación media (100%), configurando un patrón sin extremos de alto o bajo desempeño técnico en ese nivel de fidelidad.

La lectura por columnas confirmó la asociación: dentro de la formación alta (59), el 89.8% correspondió a realismo alto (53/59) y el 10.2% a realismo medio (6/59); en la formación media (19), el 57.9% se asoció con realismo alto (11/19), el 31.6% con realismo medio (6/19) y el 10.5% con realismo bajo (2/19); en la formación baja (2), la mitad provino de realismo alto (1/2) y la otra mitad de realismo medio (1/2). En conjunto, el peso del cruce “alto–alto” y la escasez de casos en los niveles bajos sugirieron que, a medida que los cadetes valoraron mayor realismo en la simulación, también reportaron niveles superiores de formación técnica, lo que respaldó la pertinencia de priorizar simulaciones con alta fidelidad funcional para potenciar la preparación operativa.

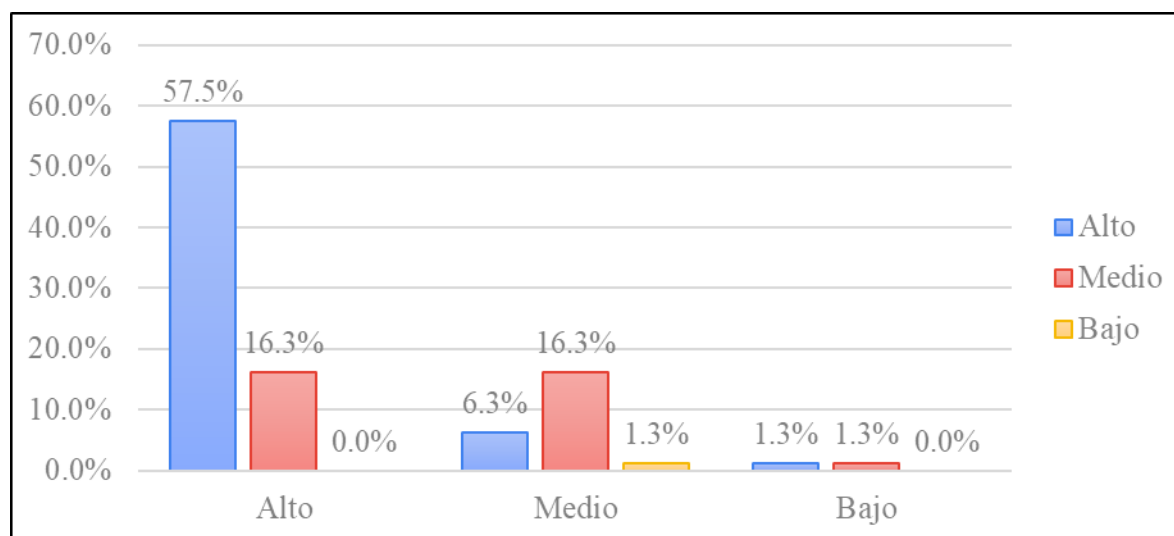
Resultados en base al Objetivo Específico 2: Accesibilidad del simulador y Formación técnica.

Tabla 9.
Accesibilidad del simulador y Formación técnica

		V2: Formación técnica				
			Alto	Medio	Bajo	Total
D2: Accesibilidad del simulador	Alto	Recuento	46	5	1	52
		% del total	57.5%	6.3%	1.3%	65.0%
	Medio	Recuento	13	13	1	27
		% del total	16.3%	16.3%	1.3%	33.8%
	Bajo	Recuento	0	1	0	1
		% del total	0.0%	1.3%	0.0%	1.3%
Total		Recuento	59	19	2	80
		% del total	73.8%	23.8%	2.5%	100.0%

Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05
Fuente: SPSS 27

Figura 5.
Accesibilidad del simulador y Formación técnica



Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05
Fuente: SPSS 27

Interpretación de la Dimensión 2, V1 y la Variable 2: Mediante la Tabla 9 y en la Figura 5, el 73.8% del total se ubicó en formación técnica alta (59 cadetes), el 23.8% en formación media (19) y el 2.5% en formación baja (2). Por su parte, la accesibilidad del simulador se situó principalmente en el nivel alto con el 65.0% del total (52 cadetes), seguida de accesibilidad media con 33.8% (27) y un caso aislado en accesibilidad baja equivalente al

1.3% (1). Esta asimetría hacia accesibilidad alta sugirió que, en la percepción de los cadetes, existen condiciones favorables de disponibilidad y facilidad de uso, o al menos una expectativa clara de ese estándar de acceso, lo cual se asoció con valoraciones formativas elevadas.

El cruce “accesibilidad alta–formación alta” concentró el 57.5% del total (46/80), constituyéndose en el núcleo de la asociación observada; se añadieron un 6.3% en accesibilidad alta con formación media (5/80) y un 1.3% en accesibilidad alta con formación baja (1/80). En el estrato de accesibilidad media emergió un patrón más equilibrado: 16.3% del total con formación alta (13/80), 16.3% con formación media (13/80) y 1.3% con formación baja (1/80). La accesibilidad baja presentó un único caso y se asoció con formación media (1.3%), sin registros en formación alta o baja. Al normalizar por filas, entre quienes reportaron accesibilidad alta (52), el 88.5% se ubicó en formación alta, el 9.6% en media y el 1.9% en baja; entre quienes señalaron accesibilidad media (27), el 48.1% correspondió a formación alta, el 48.1% a media y el 3.7% a baja, lo que perfiló un gradiente: a mayor accesibilidad, mayor probabilidad de formación alta, y cuando la accesibilidad fue media, la distribución tendió a repartirse entre formación alta y media.

La lectura por columnas confirmó el vínculo. Dentro de formación alta (59), el 78.0% provino de accesibilidad alta (46/59) y el 22.0% de accesibilidad media (13/59), sin casos de accesibilidad baja; en formación media (19), el 26.3% se asoció con accesibilidad alta (5/19), el 68.4% con accesibilidad media (13/19) y el 5.3% con accesibilidad baja (1/19); en formación baja (2), la mitad correspondió a accesibilidad alta y la otra mitad a accesibilidad media (1/2 y 1/2). En conjunto, el peso del cruce “alto–alto”, la casi ausencia de accesibilidad baja y la coherencia de las proporciones por filas y columnas respaldaron una interpretación sustantiva: cuando los cadetes percibieron mayor acceso al simulador (puestos suficientes, horarios y soporte), también reportaron niveles superiores de formación técnica; y cuando el acceso fue “medio”, la formación se desplazó hacia niveles medios, sugiriendo que mejorar la accesibilidad podría consolidar y ampliar el contingente con formación alta.

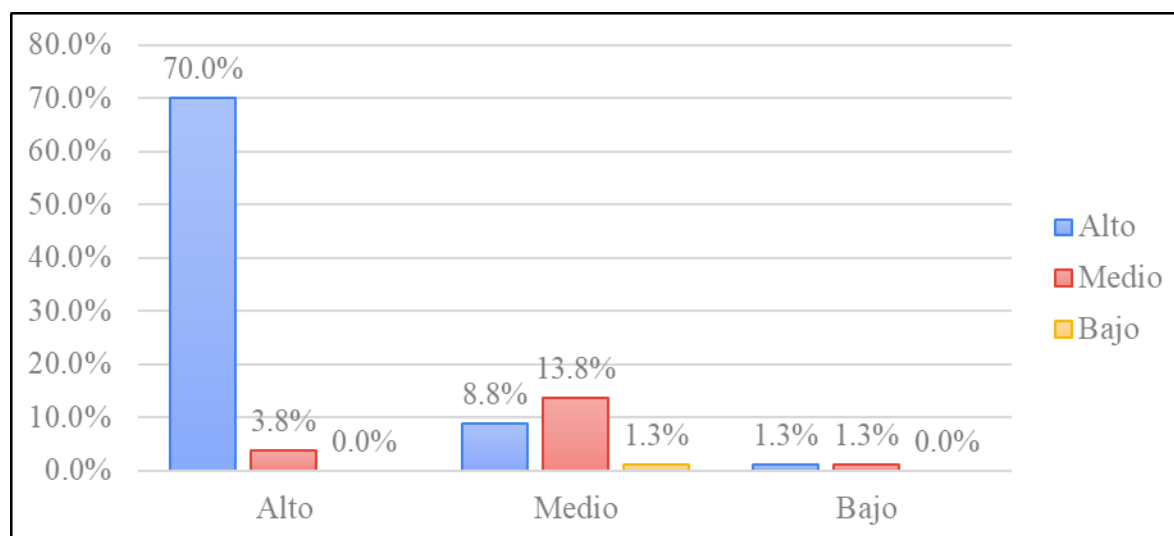
Resultados en base al Objetivo Específico 3: Efectividad del aprendizaje y Formación técnica.

Tabla 10.
Efectividad del aprendizaje y Formación técnica

		V2: Formación técnica				
		Alto	Medio	Bajo	Total	
D3: Efectividad del aprendizaje	Alto	Recuento	56	7	1	64
		% del total	70.0%	8.8%	1.3%	80.0%
	Medio	Recuento	3	11	1	15
		% del total	3.8%	13.8%	1.3%	18.8%
	Bajo	Recuento	0	1	0	1
		% del total	0.0%	1.3%	0.0%	1.3%
Total		Recuento	59	19	2	80
		% del total	73.8%	23.8%	2.5%	100.0%

Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05
Fuente: SPSS 27

Figura 6.
Efectividad del aprendizaje y Formación técnica



Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05
Fuente: SPSS 27

Interpretación de la Dimensión 3, V1 y la Variable 2: Mediante la Tabla 10 y en la Figura 6, la formación técnica se concentró en niveles altos (73.8%; 59 cadetes), seguida por el nivel medio (23.8%; 19) y un margen mínimo en bajo (2.5%; 2). En paralelo, la efectividad del aprendizaje se ubicó mayoritariamente en alto (80.0%; 64), con un 18.8% en medio (15) y

1.3% en bajo (1). Esta configuración ya anticipó un patrón de alineación favorable: la mayoría de los participantes se posicionó simultáneamente en tramos superiores de ambas variables.

El núcleo de la relación se observó en la celda “efectividad alta–formación alta”, que aportó 56 casos, equivalentes al 70.0% del total, lo que indicó que siete de cada diez cadetes se ubicaron a la vez en el máximo nivel de ambas mediciones. A ello se añadió un 8.8% en “efectividad alta–formación media” (7 casos) y un 1.3% en “efectividad alta–formación baja” (1 caso). En el estrato de efectividad media emergieron 3 cadetes con formación alta (3.8%), 11 con formación media (13.8%) y 1 con formación baja (1.3%); finalmente, la efectividad baja apareció solo en un caso (1.3%), asociado con formación media. La escasez de frecuencias en los niveles bajos de ambas variables reforzó la lectura de un perfil formativo predominantemente sólido en la muestra.

La lectura por filas mostró un gradiente claro: entre quienes reportaron efectividad alta (64 cadetes), el 87.5% se concentró en formación alta (56/64), el 10.9% en media (7/64) y el 1.6% en baja (1/64). En quienes indicaron efectividad media (15 cadetes), hubo una distribución mayormente intermedia: 20.0% en formación alta (3/15), 73.3% en media (11/15) y 6.7% en baja (1/15). La fila de efectividad baja resultó marginal (1 cadete) y se asoció con formación media. Por columnas, el patrón se confirmó: dentro de la formación alta (59), el 94.9% correspondió a efectividad alta (56/59) y el 5.1% a efectividad media (3/59); en formación media (19), predominó la efectividad media (57.9%; 11/19), seguida de efectividad alta (36.8%; 7/19) y baja (5.3%; 1/19); en formación baja (2), se dividió entre efectividad alta y media (1 y 1 caso).

En conjunto, el peso del cruce “alto–alto”, la coherencia de las proporciones por filas y columnas y la casi ausencia de valores bajos sugirieron que, a mayor percepción de efectividad del aprendizaje, mayor fue el nivel de formación técnica reportado. Para la gestión académica, ello implicó priorizar estrategias que sostuvieron dicha efectividad (práctica deliberada, retroalimentación y escenarios pertinentes), a fin de consolidar y ampliar el contingente situado en niveles altos de formación.

4.2. Análisis inferencial

4.2.1. Contrastación de la Hipótesis General (HG)

Paso 1.

HG_a : Existe una relación directa y significativa entre el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

HG₀ : No existe una relación directa y significativa entre el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

Paso 2.

El nivel de significancia, representado como α , es igual a 0.05, lo que equivale al 5%

Paso 3.

La prueba estadística y el nivel de relación de Tau b de Kendall.

Tabla 11.

Prueba de correlación de Tau b de Kendall de la hipótesis general

		V1: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada		V2: Formación técnica	
Tau_b de Kendall	V1: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada	Coefficiente de correlación	1.000		,633**
		Sig. (bilateral)			0.000
		N	80		80
	V2: Formación técnica	Coefficiente de correlación	,633**		1.000
		Sig. (bilateral)	0.000		
		N	80		80

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Información realizada con la base de datos del anexo 05

Fuente: SPSS 27

Interpretación: Como el coeficiente de R_{h0} de Spearman es 0.633, existe una correlación positiva moderada. Además, el nivel de significancia es 0.000 es menor que 0.05 ($0.000 < 0.05$).

Paso 4.

La regla de decisión es la siguiente:

- Rechazar H_0 si sig (ρ -valor) es menor que 0.05.
- Aceptar H_0 si sig (ρ -valor) es mayor que 0.05.

Paso 5.

Decisión estadística. Si $0.000 < 0.05$. Rechazar H_0

Paso 6.

Conclusión: se rechaza la hipótesis general nula y se acepta la hipótesis general alterna, esto indica que, si existe una relación directa y significativa entre el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

4.2.2. Contratación de la Hipótesis Específica 1 (HE1)

Paso 1.

HE1_a : Existe una relación directa y significativa entre el realismo en la simulación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

HE1₀ : No existe una relación directa y significativa entre el realismo en la simulación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

Paso 2.

El nivel de significancia, representado como α , es igual a 0.05, lo que equivale al 5%

Paso 3.

La prueba estadística y el nivel de relación de Tau b de Kendall.

Tabla 12.

Prueba de correlación de Tau b de Kendall de la Hipótesis Específica 1

		D1: Realismo en la simulación		V2: Formación técnica	
Tau_b de Kendall	D1: Realismo en la simulación	Coeficiente de correlación	1.000		,546**
		Sig. (bilateral)			0.000
		N	80		80
	V2: Formación técnica	Coeficiente de correlación	,546**		1.000
		Sig. (bilateral)	0.000		
		N	80		80

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Información realizada con la base de datos del anexo 05
Fuente: SPSS 27

Interpretación: Como el coeficiente de Rh0 de Spearman es 0.546, existe una correlación positiva moderada. Además, el nivel de significancia es 0.000 es menor que 0.05 ($0.000 < 0.05$).

Paso 4.

La regla de decisión es la siguiente:

- Rechazar H_0 si sig (ρ -valor) es menor que 0.05.
- Aceptar H_0 si sig (ρ -valor) es mayor que 0.05.

Paso 5.

Decisión estadística. Si $0.000 < 0.05$. Rechazar H_0

Paso 6.

Conclusión: se rechaza la hipótesis Específica 1 nula y se acepta la hipótesis Específica 1 alterna, esto indica que, si existe una relación directa y significativa entre el realismo en la simulación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

4.2.3. Contrastación de la Hipótesis Específica 2 (HE2)

Paso 1.

HE2_a : Existe una relación directa y significativa entre la accesibilidad del simulador de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

HE2₀ : No existe una relación directa y significativa entre la accesibilidad del simulador de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

Paso 2.

El nivel de significancia, representado como α , es igual a 0.05, lo que equivale al 5%

Paso 3.

La prueba estadística y el nivel de relación de Tau b de Kendall.

Tabla 13.

Prueba de correlación de Tau b de Kendall de la Hipótesis Específica 2

		D2: Accesibilidad del simulador		V2: Formación técnica	
Tau_b de Kendall	D2: Accesibilidad del simulador	Coeficiente de correlación	1.000		,564**
		Sig. (bilateral)			0.000
		N	80		80
	V2: Formación técnica	Coeficiente de correlación	,564**		1.000
		Sig. (bilateral)	0.000		
		N	80		80

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Información realizada con la base de datos del anexo 05
Fuente: SPSS 27

Interpretación: Como el coeficiente de Rh0 de Spearman es 0.564, existe una correlación positiva moderada. Además, el nivel de significancia es 0.000 es menor que 0.05 (0.000 < 0.05).

Paso 4.

La regla de decisión es la siguiente:

- Rechazar H_0 si sig (ρ -valor) es menor que 0.05.
- Aceptar H_0 si sig (ρ -valor) es mayor que 0.05.

Paso 5.

Decisión estadística. Si $0.000 < 0.05$. Rechazar H_0

Paso 6.

Conclusión: se rechaza la hipótesis Específica 2 nula y se acepta la hipótesis Específica 2 alterna, esto indica que, si existe una relación directa y significativa entre la accesibilidad del simulador de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

4.2.4. Contrastación de la Hipótesis Específica 3 (HE3)

Paso 1.

HE3_a : Existe una relación directa y significativa entre la efectividad del aprendizaje de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

HE3₀ : No existe una relación directa y significativa entre la efectividad del aprendizaje de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

Paso 2.

El nivel de significancia, representado como α , es igual a 0.05, lo que equivale al 5%

Paso 3.

La prueba estadística y el nivel de relación de Tau b de Kendall.

Tabla 14.

Prueba de correlación de Tau b de Kendall de la Hipótesis Específica 3

		D3: Efectividad del aprendizaje		V2: Formación técnica	
Tau_b de Kendall	D3: Efectividad del aprendizaje	Coeficiente de correlación	1.000		,567**
		Sig. (bilateral)			0.000
		N	80		80
	V2: Formación técnica	Coeficiente de correlación	,567**		1.000
		Sig. (bilateral)	0.000		
		N	80		80

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Información realizada con la base de datos del anexo 05
Fuente: SPSS 27

Interpretación: Como el coeficiente de Rh0 de Spearman es 0.567, existe una correlación positiva moderada. Además, el nivel de significancia es 0.000 es menor que 0.05 (0.000 < 0.05).

Paso 4.

La regla de decisión es la siguiente:

- Rechazar H_0 si sig (ρ -valor) es menor que 0.05.
- Aceptar H_0 si sig (ρ -valor) es mayor que 0.05.

Paso 5.

Decisión estadística. Si $0.000 < 0.05$. Rechazar H_0

Paso 6.

Conclusión: se rechaza la hipótesis Específica 3 nula y se acepta la hipótesis Específica 3 alterna, esto indica que, si existe una relación directa y significativa entre la efectividad del aprendizaje de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025”.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En relación a la Hipótesis General, el análisis descriptivo mostró que la distribución conjunta de las variables se concentró en los tramos superiores. De acuerdo con la Tabla 6, el 73.8% del total se ubicó en formación técnica alta (59 de 80 cadetes), el 23.8% en nivel medio (19) y el 2.5% en nivel bajo (2). En paralelo, la percepción de empleo del simulador se concentró en “alto” con 81.3% (65) y “medio” con 18.8% (15), sin casos en el nivel bajo. El cruce “alto–alto” aportó el 67.5% del total (54 de 80), seguido por “alto–medio” con 12.5% y “medio–medio” con 11.3%. Mirado por columnas, dentro de formación alta, el 91.5% correspondió a empleo del simulador alto; y por filas, dentro de empleo alto, el 83.1% se situó en formación alta. Este patrón, además de la ausencia de frecuencias en el nivel “bajo” del empleo del simulador, reforzó la lectura de un consenso favorable hacia la simulación y su asociación con niveles superiores de formación técnica en los cadetes de Ingeniería.

En el análisis inferencial se aplicó Tau-b de Kendall para contrastar la hipótesis general. El coeficiente obtenido fue $\tau_b = 0.633$ con significancia $p = 0.000$ (bilateral), inferior al umbral $\alpha = 0.05$, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. La magnitud del coeficiente describió una relación positiva de tamaño moderado-alto entre el empleo de simuladores de operación de maquinaria pesada y la formación técnica: a mayor empleo reportado, mayor fue el nivel de formación técnica. La convergencia entre la elevada concentración del cruce “alto–alto” en el descriptivo y el tamaño del efecto en la correlación sugirió que la asociación no solo fue estadísticamente significativa, sino también sustantivamente relevante para la toma de decisiones académicas y de equipamiento.

Estos hallazgos se discutieron, primero, a la luz de la experiencia local de Patricio y Silva (2022), quienes reportaron en la EMCH una correlación de Spearman $\rho = 0.741$ ($p = 0.000$) entre el empleo de simuladores de maquinaria pesada y el aprendizaje de cadetes de Ingeniería. Aquella evidencia, junto con validez de contenido y confiabilidad adecuadas de sus instrumentos, reforzó la pertinencia de la simulación como puente pedagógico entre teoría y práctica. La coincidencia entre un tamaño de asociación elevado en ese estudio y la correlación moderada-alta hallada en la presente investigación indicó que, bajo condiciones curriculares y

de instrumentación comparables, el empleo de simuladores se vinculó de manera robusta con resultados formativos superiores.

Segundo, los resultados se contrastaron con Burk et al. (2023), quienes, en operadores forestales novatos, mostraron que el entrenamiento con simulador fue costo-efectivo (ahorros del 36–40%) y eficaz para tareas simples, sin diferencias globales significativas de desempeño respecto a la máquina real en pruebas de corto plazo. Aunque aquel escenario industrial difirió del militar-académico, su evidencia sobre eficiencia y aprendizaje inicial sustentó el patrón observado aquí: la alta aceptación y el predominio del cruce “alto–alto” sugirieron que incorporar simuladores en fases tempranas podía consolidar seguridad, confianza y práctica deliberada con costes y riesgos reducidos, sentando bases para progresar hacia desempeños equivalentes en equipos reales.

Tercero, la guía de diseño e implementación de Cuéllar et al. (2025) en un simulador de tráiler para Ingeniería Logística aportó soporte sobre componentes didácticos críticos: práctica segura, retroalimentación inmediata, escenarios variables y seguimiento individual. La convergencia con nuestros resultados (particularmente el peso del empleo “alto” y la asociación con formación “alta”) se explicó por esas características de diseño que habilitaron repetición guiada, monitoreo de progreso y ajuste a necesidades, elementos que en la muestra de cadetes se reflejaron en mayores niveles de formación técnica cuando se percibió un uso intensivo y pertinente del simulador.

En síntesis, el descriptivo y el inferencial convergieron en que el empleo del simulador se asoció de manera positiva y significativa con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería. La literatura local y sectorial discutida respaldó la dirección y la relevancia práctica del hallazgo, enfatizando que la combinación de escenarios realistas, retroalimentación inmediata, trazabilidad del desempeño y eficiencia de costos favoreció la aceptación y la mejora formativa. En consecuencia, la priorización de simuladores (con atención al diseño instruccional y a la accesibilidad) se proyectó como una decisión coherente para consolidar competencias operativas y sostener niveles altos de formación técnica en cohortes futuras.

En relación a la Hipótesis Específico 1, el análisis descriptivo mostró que la distribución conjunta se concentró en los tramos superiores de ambas variables. Con base en la Tabla 7 (N = 80), la formación técnica se ubicó mayoritariamente en nivel alto (73.8%; 59 cadetes),

seguida del nivel medio (23.8%; 19) y un margen mínimo en bajo (2.5%; 2). A su vez, el realismo en la simulación se concentró en el nivel alto con 81.3% (65), continuó el nivel medio con 16.3% (13) y quedó un 2.5% en bajo (2). El cruce “alto–alto” aportó el 66.3% del total (53 de 80), lo que describió un núcleo evidente de asociación; le siguieron “alto–medio” con 13.8% y “medio–medio” con 7.5%. La lectura por filas y columnas confirmó un gradiente favorable: dentro del realismo alto, cuatro de cada cinco cadetes se ubicaron en formación alta, y dentro de la formación alta, nueve de cada diez se asociaron con realismo alto.

En el análisis inferencial se empleó Tau-b de Kendall para contrastar la hipótesis específica. Se obtuvo $\tau_b = 0.546$ con $p = 0.000$ (bilateral), inferior al umbral $\alpha = 0.05$; por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. La magnitud del coeficiente describió una relación positiva de tamaño moderado entre realismo en la simulación y formación técnica, coherente con el peso del cruce “alto–alto” en el descriptivo. Esta convergencia sugirió que no solo hubo evidencia estadística de asociación, sino también sentido práctico: cuando los cadetes percibieron escenarios más realistas (en la forma en que responde el sistema, en las condiciones y en el feedback) también declararon niveles más altos de formación técnica.

Estos resultados se discutieron, primero, a la luz de Meiners et al. (2025), quienes desarrollaron un simulador de conducción de seis grados de libertad con arquitectura abierta, integrando cabina semirreal, interfaces HMI reales y algoritmo de “motion cueing” con umbrales de latencia definidos para sostener la verosimilitud. Aunque su propósito fue la validación de funciones ADAS/AD y no la formación militar, su planteamiento reforzó el principio central de esta dimensión: el realismo funcional y psicomotor (no solo la apariencia) se tradujo en entornos inmersivos reproducibles donde la conducta del usuario se aproximó a la del mundo real. La coincidencia con nuestro hallazgo se explicó porque, cuando los cadetes percibieron que el simulador “se comportó” como la máquina real, reportaron mayores niveles de formación técnica.

En segundo lugar, Karimpour y Figari (2025) mostraron en educación marítima que un entrenamiento basado en simulación de sala de máquinas con alta fidelidad (control de latencia, sincronización manual de generadores, registros telemétricos y listas de cotejo) redujo tiempos de respuesta y errores en escenarios de emergencia, además de mejorar la conciencia situacional. Esa evidencia de mejora en desempeño bajo condiciones de realismo operativo dialogó con la distribución observada en la tabla: el bloque más numeroso se ubicó en “realismo

alto–formación alta”, lo que se interpretó como una transferencia potencialmente mayor cuando la simulación ofreció señales sensoriomotoras y conductuales plausibles y un debriefing alineado con tareas críticas.

En tercer término, los resultados guardaron coherencia con More y Pari (2022) en la EMCH, donde el uso de simuladores de blindados y la realidad virtual se relacionaron positivamente con el desempeño académico, con asociaciones significativas por dimensiones. Aunque aquel estudio evaluó “uso de simuladores” más que “realismo”, la mayor correlación encontrada con el simulador de tanques y con la plataforma de realidad virtual sugirió que las configuraciones tecnológicas que suelen ofrecer mayor fidelidad funcional y de tarea se asociaron con mejores resultados de aprendizaje. Trasladado a este trabajo, el predominio del cruce “realismo alto–formación alta” fue consistente con el patrón local: a mayor verosimilitud de tareas, controles y condiciones, mayor percepción de logro formativo.

En síntesis, el descriptivo confirmó un agrupamiento claro en los niveles altos de realismo y formación, y el inferencial validó una relación positiva moderada y significativa. La discusión con evidencia de arquitectura de alta fidelidad, evaluación de desempeño en entornos críticos y hallazgos locales en simuladores operativos apuntó a un mismo mecanismo: el realismo que priorizó la correspondencia funcional de la tarea, controló la latencia y proveyó feedback útil generó condiciones para práctica segura, repetible y medible; bajo esas condiciones, los cadetes reportaron más altos niveles de formación técnica. Este patrón respaldó priorizar diseños instruccionales centrados en fidelidad funcional, estandarización de escenarios y debriefing, junto con accesibilidad suficiente, para consolidar y escalar la preparación operativa en próximas cohortes.

En relación a la Hipótesis Específico 2, el análisis descriptivo indicó que la accesibilidad del simulador se asoció con niveles superiores de formación técnica en la muestra de 80 cadetes. La distribución global de la Variable 2 se concentró en formación alta (73.8%; 59 cadetes), seguida de formación media (23.8%; 19) y un margen mínimo en baja (2.5%; 2). En paralelo, la Dimensión 2 mostró una asimetría hacia accesibilidad alta (65.0%; 52 cadetes) y accesibilidad media (33.8%; 27), con un único caso en accesibilidad baja (1.3%). El cruce “accesibilidad alta–formación alta” aportó el 57.5% del total (46/80), mientras que “accesibilidad media–formación alta” y “accesibilidad media–formación media” representaron

cada uno el 16.3%. Esta estructura, reforzada por la casi ausencia de casos en accesibilidad baja, sugirió que mayor disponibilidad de equipos, facilidad de acceso, actualización y capacitación se relacionaron con valoraciones formativas más elevadas.

En el análisis inferencial, la correlación Tau-b de Kendall entre accesibilidad del simulador y formación técnica fue $\tau_b = 0.564$ con $p = 0.000$, inferior al umbral $\alpha = 0.05$; por ende, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. La magnitud del coeficiente se interpretó como una relación positiva moderada: cuando los cadetes reportaron mayores niveles de accesibilidad (ya sea por contar con más puestos, horarios amplios, soporte oportuno o procesos de inducción) también tendieron a ubicarse en niveles altos de formación técnica. La convergencia entre el peso del cruce “alto–alto” y el efecto inferencial sugirió relevancia práctica para la gestión académica: ampliar el acceso al simulador no solo incrementaría el uso, sino que potenciaría la consolidación de competencias.

Estos hallazgos dialogaron con la evidencia empírica de Sacks, Perlman y Barak, quienes mostraron en entrenamiento de construcción que plataformas inmersivas bien integradas favorecieron la práctica segura y la estandarización de tareas, reduciendo barreras logísticas para repetir escenarios críticos. En su estudio, la posibilidad de ejecutar múltiples ensayos reproducibles con retroalimentación inmediata dependió de una disposición tecnológica accesible y estable; esa lógica se proyectó aquí: cuando el acceso percibido fue alto, la proporción en formación alta también creció, coherente con la idea de que la repetición deliberada requiere disponibilidad efectiva del recurso.

Asimismo, la comparación experimental de Eiris, Esmaeili y Gheisari documentó que soluciones de escritorio con panoramas 360° y VR estática permitieron entrenamientos escalables con menores exigencias de infraestructura, manteniendo niveles de aprendizaje comparables en ciertas tareas. Ese resultado es relevante para la accesibilidad porque revela que no siempre se necesita la configuración más costosa para alcanzar buenas ganancias formativas; lo crucial es asegurar el acceso continuo, el tiempo de práctica y la calidad del diseño instruccional, elementos que en nuestra muestra se reflejaron en la concentración de casos en “accesibilidad alta–formación alta”.

Por su parte, la síntesis de Issenberg y colaboradores identificó características de las simulaciones efectivas (oportunidades de práctica deliberada, feedback, evaluación y debriefing) cuya viabilidad depende de condiciones organizativas y logísticas, es decir, de

accesibilidad real. En contextos donde los estudiantes pueden entrar y salir del simulador con horarios flexibles, contar con instructores disponibles y escenarios preconfigurados, la probabilidad de sostener ciclos de práctica-evaluación-mejora se eleva; la estructura de nuestra tabla replicó ese patrón: accesibilidad alta coexistió con niveles altos de formación técnica y la accesibilidad media se repartió entre formación alta y media.

En síntesis, los resultados descriptivos mostraron un predominio del cruce “alto–alto” y el análisis inferencial confirmó una relación positiva moderada y significativa entre accesibilidad del simulador y formación técnica. La discusión con investigaciones sobre entrenamiento inmersivo en construcción, modalidades VR/360° escalables y rasgos de simulación efectiva respaldó un mismo mecanismo: cuando la institución reduce fricciones de acceso (equipamiento suficiente, horarios, soporte y capacitación) aumenta el tiempo útil de práctica y el ciclo de retroalimentación, con efectos visibles en el nivel de formación. Operativamente, priorizar la accesibilidad (capacidad instalada, mantenimiento, inducción y gestión de turnos) se perfila como una palanca directa para ampliar el contingente de cadetes ubicados en formación alta.

En relación a la Hipótesis Específico 3, el análisis descriptivo mostró que la distribución conjunta se concentró en los tramos superiores de ambas variables en la muestra de 80 cadetes. La formación técnica se ubicó mayoritariamente en nivel alto (73.8%; 59), seguida del nivel medio (23.8%; 19) y un margen mínimo en bajo (2.5%; 2). A su vez, la efectividad del aprendizaje se situó principalmente en alto (80.0%; 64), continuó en medio (18.8%; 15) y apenas apareció en bajo (1.3%; 1). El cruce “efectividad alta–formación alta” aportó el 70.0% del total (56/80), constituyéndose en el núcleo de la asociación; le siguieron “efectividad alta–formación media” con 8.8% y “efectividad media–formación media” con 13.8%. La lectura por filas y columnas confirmó un gradiente claro: dentro de la efectividad alta, casi nueve de cada diez cadetes se situaron en formación alta, y dentro de la formación alta, la gran mayoría correspondió a efectividad alta; la casi ausencia de frecuencias en los niveles bajos reforzó el perfil formativo sólido observado.

En el análisis inferencial se empleó Tau-b de Kendall para contrastar la relación entre efectividad del aprendizaje y formación técnica. Se obtuvo $\tau_b = 0.567$ con $p = 0.000$ (bilateral), inferior al umbral $\alpha = 0.05$, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis

alternativa. La magnitud del coeficiente se interpretó como una relación positiva de tamaño moderado: a mayor percepción de efectividad—entendida como mejora de habilidades, reducción de errores, tiempos de respuesta más cortos y mayor confianza—mayor fue el nivel de formación técnica reportado. La convergencia entre el peso del cruce “alto–alto” en el descriptivo y el tamaño del efecto en la correlación sugirió relevancia sustantiva para la toma de decisiones pedagógicas y de equipamiento.

Este patrón se discutió, primero, a la luz de la síntesis meta-analítica de Sitzmann, que mostró que los entrenamientos con simulación computarizada produjeron mejoras significativas en aprendizaje declarativo, procedimental y retención frente a métodos tradicionales cuando incorporaron práctica deliberada y retroalimentación, lo cual explicó por qué el bloque mayoritario de nuestra muestra se agrupó en “efectividad alta–formación alta”. La coincidencia se interpretó en función de mecanismos comunes: repetición guiada, oportunidades seguras para el ensayo-error y transferencia inicial hacia tareas operativas, todos coherentes con los indicadores de la dimensión.

En segundo término, el meta-análisis de Wouters y colegas sobre “serious games” y simulación reportó efectos cognitivos y motivacionales positivos, especialmente cuando los entornos ofrecieron metas claras, andamiaje y feedback inmediato. Ese énfasis en la motivación y la agencia del estudiante ayudó a entender el 36.8% adicional de cadetes que, aun estando en formación media, se asociaron con niveles altos de efectividad: el compromiso y la práctica significativa habrían elevado la autoeficacia, acortando tiempos de respuesta y reduciendo errores, con impacto progresivo sobre el nivel formativo.

En tercer lugar, la evidencia de Black y Wiliam sobre evaluación formativa mostró que ciclos de retroalimentación de calidad—diagnóstico oportuno, criterios explícitos y ajuste instruccional—se asociaron con ganancias apreciables de aprendizaje; trasladado al contexto de simulación, ello se operacionalizó en debriefing estructurado, rúbricas de desempeño y registros de telemetría para monitorear progreso. Bajo estas condiciones, la probabilidad de situarse en “efectividad alta” aumentó, coherente con el 94.9% de la columna de formación alta que coexistió con niveles altos o medios de efectividad, y con la virtual desaparición de frecuencias en los tramos bajos.

En síntesis, los resultados descriptivos e inferenciales convergieron en que la efectividad del aprendizaje se vinculó de manera positiva y significativa con la formación

técnica. La discusión con tres cuerpos de evidencia complementarios—impacto de la simulación en aprendizaje y retención, aportes cognitivo-motivacionales de entornos lúdico-serios y rol de la evaluación formativa—explicó el predominio del cruce “alto–alto” y el gradiente observado. Operativamente, mantener práctica deliberada con feedback inmediato, debriefing y trazabilidad de desempeño emergió como una palanca directa para consolidar y ampliar el contingente de cadetes en niveles altos de formación técnica.

CONCLUSIONES

En relación al Objetivo General, se concluye que existe relación directa y significativa entre el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica. Con $N=80$, la distribución describió un patrón alto–alto dominante (67.5%), con 73.8% en formación alta y 81.3% en empleo alto. El contraste inferencial con Tau-b de Kendall arrojó $\tau_b=0.633$ y $p=0.000 < \alpha=0.05$, por lo que se rechazó H_0 y se aceptó H_1 ; la magnitud indicó asociación positiva moderada-alta. La lectura por filas y columnas corroboró el gradiente: dentro del empleo alto, 83.1% estuvo en formación alta; dentro de la formación alta, 91.5% correspondió a empleo alto. Este comportamiento, junto con la ausencia de casos en empleo bajo, sustentó que la simulación, aun no implementada, fue percibida como necesaria para consolidar desempeños técnicos. Explicación breve: el simulador integró práctica deliberada, retroalimentación inmediata y escenarios controlados, condiciones que facilitaron la transferencia inicial al desempeño técnico.

En relación al Objetivo Específico 1, se concluye que existe relación directa y significativa entre el realismo en la simulación y la formación técnica. El descriptivo mostró 66.3% en el cruce realismo alto–formación alta, con 81.3% del total en realismo alto y 73.8% en formación alta. La prueba de Tau-b de Kendall reportó $\tau_b=0.546$ y $p=0.000 < \alpha=0.05$, por lo que se rechazó H_0 y se aceptó H_1 ; el tamaño del efecto fue positivo moderado. El análisis por filas evidenció que, con realismo alto, 81.5% se ubicó en formación alta, y la lectura por columnas confirmó predominio del realismo alto dentro de la formación alta (89.8%). Este patrón sugirió que la correspondencia funcional de mandos, condiciones operativas y retroalimentación sensorial se asoció con mayores niveles de logro formativo. Explicación breve: a mayor fidelidad funcional y de tarea, mayor plausibilidad conductual y mejor anclaje de habilidades técnicas.

En relación al Objetivo Específico 2, se concluye que existe relación directa y significativa entre la accesibilidad del simulador y la formación técnica. Descriptivamente, el cruce accesibilidad alta–formación alta concentró 57.5% del total, con 65.0% en accesibilidad alta y 73.8% en formación alta. Inferencialmente, Tau-b de Kendall arrojó $\tau_b=0.564$ y $p=0.000 < \alpha=0.05$; se rechazó H_0 y se aceptó H_1 , evidenciando asociación positiva moderada. La normalización por filas mostró que, con accesibilidad alta, 88.5% se situó en formación alta;

con accesibilidad media, la distribución se repartió entre formación alta y media (48.1% y 48.1%). Ello describió un gradiente operativo: más puestos, horarios y soporte equivalieron a más práctica útil y mejores niveles formativos. Explicación breve: la accesibilidad redujo fricciones logísticas y habilitó ciclos frecuentes de práctica-feedback, condición clave para consolidar competencias.

En relación al Objetivo Específico 3, se concluye que existe relación directa y significativa entre la efectividad del aprendizaje y la formación técnica. El descriptivo mostró un núcleo alto-alto del 70.0%, con 80.0% en efectividad alta y 73.8% en formación alta. La correlación Tau-b de Kendall resultó $\tau_b=0.567$ y $p=0.000 < \alpha=0.05$; se rechazó H_0 y se aceptó H_1 , con asociación positiva moderada. Por filas, 87.5% de quienes reportaron efectividad alta se ubicó en formación alta; por columnas, 94.9% de la formación alta correspondió a efectividad alta o media. El patrón indicó que mejoras percibidas en habilidades, reducción de errores, menor tiempo de respuesta y mayor confianza acompañaron niveles superiores de formación técnica. Explicación breve: la práctica deliberada con retroalimentación formativa y debriefing estructurado elevó el rendimiento observable y sostuvo el progreso técnico.

RECOMENDACIONES

1. En relación a la conclusión del Objetivo General, que el Señor General de Brigada Director de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” adopte medidas institucionales para potenciar el empleo del simulador de operación de maquinaria pesada como recurso formativo estratégico. Se recomienda formular un plan institucional plurianual que incluya: (a) inversión priorizada en adquisición y renovación tecnológica de simuladores; (b) creación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo con respuesta técnica rápida; (c) un sistema de reservas y gestión digital para maximizar la utilización del equipamiento; (d) capacitación continua para instructores en diseño de sesiones, análisis de desempeño y retroalimentación pedagógica; y (e) monitoreo y evaluación periódica de impacto (indicadores cuantitativos y cualitativos) para ajustar la implementación. Este plan debe alinearse con el currículo de Ingeniería y contar con presupuesto asignado, metas temporales y responsables identificados, garantizando que el uso del simulador deje de ser puntual y pase a ser una práctica formativa sistemática y evaluada.

Como complemento operativo, se sugiere establecer convenios con proveedores y universidades militares de la región para intercambio de escenarios, actualización de software y validación de ejercicios; además, crear comités técnicos-pedagógicos que revisen trimestralmente resultados y optimicen la integración del simulador en las asignaturas clave.

2. En relación a la conclusión del Objetivo Específico 1, se recomienda priorizar la adquisición y/o mejora de simuladores con alto nivel de realismo (fidelidad visual, física y sensorial) y desarrollar un banco de escenarios contextualizados a la realidad operativa de la EMCH “CFB”. Es necesario que el Señor General de Brigada promueva la evaluación técnica de los equipos actuales para identificar brechas de fidelidad (controles, gráficos, respuesta háptica, condiciones ambientales) y elaborar un plan de modernización por fases. Paralelamente, integrar módulos de validación docente donde instructores diseñen ejercicios progresivos que exploten el realismo (desde maniobras básicas hasta escenarios de alta complejidad), y establecer protocolos de retroalimentación que permitan medir la transferencia de habilidades al entorno real. Invertir en realismo sin diseño pedagógico resulta insuficiente; por ello, combinar tecnología de alta fidelidad con estrategia instruccional optimiza resultados.

Adicionalmente, se recomienda pilotar tecnologías emergentes (VR/AR y háptica) en proyectos cortos, evaluar su costo-beneficio y capacitar a un grupo de instructores “referentes” que luego escalen buenas prácticas al conjunto de la escuela.

3. En relación a la conclusión del Objetivo Específico 2, se aconseja implementar políticas concretas para garantizar accesibilidad equitativa a los simuladores: ampliar la cantidad de equipos en la medida de lo posible, organizar horarios flexibles y turnos rotativos alineados al calendario académico, y establecer salas de simulación con condiciones adecuadas. Es prioritario desarrollar un sistema de gestión de reservas on-line con control de uso y generación de reportes de aprovechamiento por curso y por cadete, a fin de identificar brechas de acceso. Asimismo, crear un servicio técnico interno o convenio con proveedores para reducir tiempos de inactividad y normar procedimientos de uso y mantenimiento básico por parte de los usuarios. Estas acciones deben acompañarse de un plan de equidad que priorice a estudiantes con menor exposición práctica y asegurarse de que la asignación de tiempos no dependa únicamente de la iniciativa personal sino de criterios formativos definidos.

Como medida de seguimiento, se recomienda implementar indicadores de uso (horas/cadete, tasa de fallas, cumplimiento de itinerarios) y metas anuales que permitan evaluar la eficacia de las medidas de accesibilidad y justificar inversiones adicionales si se requiere.

4. En relación a la conclusión del Objetivo Específico 3, se propone mejorar la efectividad del aprendizaje mediante la adopción de modelos pedagógicos activos y evaluación formativa enlazada al uso del simulador: diseñar secuencias de aprendizaje con rúbricas claras, establecer retroalimentación inmediata dentro del simulador y complementaria guiada por instructores, y programar prácticas deliberadas con objetivos específicos y medición del progreso individual. Se recomienda capacitar a los instructores en técnicas de debriefing estructurado, análisis de errores y coaching técnico, y articular sesiones de simulador con evaluación práctica real para verificar transferencia. Además, incorporar registros de desempeño por sesión que alimenten portafolios del cadete para supervisión longitudinal.

Finalmente, se sugiere institucionalizar ciclos de mejora pedagógica: evaluar periódicamente la eficacia de las metodologías (mediante métricas antes/después y retroalimentación de usuarios) y adaptar ejercicios y criterios de evaluación según los resultados para asegurar que la efectividad del aprendizaje se traduzca en competencia operativa verificable.

REFERENCIAS

- Ala, A., Hamidi, N., Yoniessa, S., Masito, F., & Muis, M. A. (2024). Simulation-Based Learning in Maritime Training: Enhancing Competency and Preparedness. *METEOR*, 17, 95-102. <https://doi.org/10.36101/msm.v17i1.361>
- Arizaca Cruz, W., & Bailón Ticlavilca, C. (2020). *Implementación de un laboratorio de simuladores de maquinaria pesada y su relación con el curso de empleo mecánico de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos, año 2019*. Escuela Militar de Chorrillos 'Coronel Francisco Bolognesi'. <https://hdl.handle.net/20.500.14803/204>
- Ávila Guzmán, P. M., & Nole Chávez, J. E. (2022). *Uso de simuladores de combate e instrucción del empleo de la Compañía de tanques para los cadetes de IV año del arma de Infantería de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, 2022*. Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, Lima. <https://repositorio.escuclamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/30854265-0360-45b1-91e0-f5c0d94b4ccd/content>
- Baldwin, T., & Ford, J. (1988). Transfer of training: A review and directions for future research. *Personnel Psychology*, 41, 63–105. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1988.tb00632.x>
- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32, 347–364. <https://doi.org/10.1007/BF00138871>
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5, 7–74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Blume, B., Ford, J., Baldwin, T., & Huang, J. (2010). Transfer of training: A meta-analytic review. *Journal of Management*, 36, 1065–1105. <https://doi.org/10.1177/0149206309352880>
- Burk, E., Han, H.-S., Smidt, M., & Fox, B. E. (2023). Effectiveness of simulator training compared to machine training for equipment operators in the logging industry. *International Journal of Forest Engineering*, 34, 373-384. <https://doi.org/10.1080/14942119.2023.2194751>

- Kolgomorov, A. (1933). Sobre la determinación empírica de una ley de distribución. *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari*, 4, 83-91. <https://zbmath.org/59.1166.03>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22, 5-55.
- Likert, R. (1932). Una técnica para la medición de la actitud. *Archives of Psychology*(140), 5-55. https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf
- Machuca, F. (06 de junio de 2022). *8 técnicas de recolección de datos: descubre un mundo más allá de la encuesta*. <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/tecnicas-recoleccion-de-datos/>
- Marfull, A. (2024). El método hipotético deductivo de Karl Popper. *Agenda Juárez: marginalidad, vulnerabilidad y suburbanización del capital*, 16-20. https://www.academia.edu/119569960/El_metodo_hipotetico_deductivo_de_Karl_Popper
- Meiners, M., Isken, B., & Kamau, E. N. (21 de 8 de 2025). Development of a 6-DoF Driving Simulator with an Open-Source Architecture for Automated Driving Research and Standardized Testing. *Vehicles*, 7, 86. <https://doi.org/10.3390/vehicles7030086>
- Merrill, M. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50, 43-59. <https://doi.org/10.1007/BF02505024>
- Ministerio de Educación del Perú. (2020). *Política Nacional de Educación Superior y Técnico-Productiva 2030*. <https://www.gob.pe/institucion/minedu/normas-legales/1561484-politica-nacional-de-educacion-superior-y-tecnico-productiva-2030>
- Ministerio de Energía y Minas (Perú). (2016). *Decreto Supremo N.º 024-2016-EM: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/DS-024-2016-EM.pdf
- More Bravo, R. E., & Pari Copacati, E. A. (2022). *Uso de simuladores de blindados y el desempeño académico en los cadetes de cuarto año del arma de Infantería en la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, 2022*. Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, Lima.

<https://repositorio.escuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/46451997-664d-4321-83e8-280b241a2260/content>

Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacios, J. J., & Romero, H. E. (2018). *Metodología de la investigación, Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* (5a. ed.). Bogotá: Ediciones de la U. https://doi.org/http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drugas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (1 de 10 de 2016). *Recommended Practices for Safety and Health Programs*. <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3885.pdf>

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN). (31 de 1 de 2024). *Boletín Estadístico GSF: Accidentes mortales – Mediana y Gran Minería 2024*. <https://rendiciondecuentas.osinergmin.gob.pe/Archivos/2024/Osinergmin-DRC-MI-boletin-accidentes-mortales-2024-01.pdf>

Patricio Andamayo, J. M., & Silva Zapata, J. S. (2022). *Empleo de simuladores de maquinaria pesada y el aprendizaje de los cadetes de cuarto año de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, 2022*. Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, Lima. <https://repositorio.escuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5967fe0f-165d-4dab-a543-8643729aadf3/content>

Ramos Pérez, J. P., & Pérez Villegas, J. C. (2024). *Importancia de la instrucción del empleo de simuladores de combate en el rendimiento académico de los cadetes de cuarto año del arma de Caballería en la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, 2024*. Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, Lima. <https://repositorio.escuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/84704f74-2bf9-431a-b8ff-b456e2a7ea43/content>

Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa (SINEACE). (2025). *Modelo de Acreditación Institucional para IES y EEST*. <https://repositorio.sineace.gob.pe/>

- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, *64*, 489–528. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2011.01190.x>
- Smirnov, N. (1939). Sobre las desviaciones de la curva de distribución empírica (resumen en ruso y francés). *Matematicheskii Sbornik*, *48(6)*, 3-26. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730256>
- Spearman, C. E. (1904). Inteligencia general determinada y medida objetivamente. *The American Journal of Psychology*, *15(2)*, 201-292. <https://doi.org/10.2307/1412107>
- Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL). (17 de 8 de 2023). *Empleadores deben investigar accidentes de trabajo*. <https://www.gob.pe/institucion/sunafil/noticias/819842-empleadores-deben-investigar-accidentes-de-trabajo>
- Torres Gallardo, R. D. (2023). *Estrategia metodológica para desarrollar competencias en simuladores virtuales en el curso de tecnología de manufactura en una universidad privada de Lima*. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d1c83f7b-1eb8-4381-9537-e9c8b30a903f/content>
- UNESCO. (2015). *Recommendation concerning Technical and Vocational Education and Training (TVET) and Skills Development*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245119>
- UNESCO. (2022). *Strategy for Technical and Vocational Education and Training (TVET) 2022–2029*. https://unevoc.unesco.org/pub/unesco_tvete_strategy_2022-2029_en.pdf
- Venkatesh, V., & Davis, F. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, *46*, 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, *105*, 249–265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>

Zuazo Odría, J., & Zúñiga Muñoz, H. (2017). *Simulador de tiro de mortero y su relación con la instrucción militar de los cadetes de cuarto año del arma de infantería de la Escuela Militar de Chorrillos CFB*. Escuela Militar de Chorrillos 'Coronel Francisco Bolognesi'. <https://hdl.handle.net/20.500.14803/301>

Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿En qué medida el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025?</p> <p>Problema Especifico 1</p> <p>¿En qué medida el realismo en la simulación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025?</p> <p>Problema Especifico 2</p> <p>¿En qué medida la accesibilidad del simulador de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025?</p> <p>Problema Especifico 3</p> <p>¿En qué medida la efectividad del aprendizaje de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar en qué medida el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.</p> <p>Objetivo Especifico 1</p> <p>Determinar en qué medida el realismo en la simulación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.</p> <p>Objetivo Especifico 2</p> <p>Determinar en qué medida la accesibilidad del simulador de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.</p> <p>Objetivo Especifico 3</p> <p>Determinar en qué medida la efectividad del aprendizaje de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Existe relación directa y significativa entre el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.</p> <p>Hipótesis Especifico 1</p> <p>Existe relación directa y significativa entre el realismo en la simulación de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.</p> <p>Hipótesis Especifico 2</p> <p>Existe relación directa y significativa entre la accesibilidad del simulador de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.</p> <p>Hipótesis Especifico 3</p> <p>Existe relación directa y significativa entre la efectividad del aprendizaje de maquinaria pesada y la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.</p>	<p>Variable 1</p> <p>Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada</p> <p>Variable 2</p> <p>Formación técnica</p>	<p>Realismo en la simulación</p> <p>Accesibilidad del simulador</p> <p>Efectividad del aprendizaje</p> <p>Contenido del currículo</p> <p>Metodología de enseñanza</p> <p>Capacitación en seguridad</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Precisión de los controles • Calidad de gráficos • Simulación de condiciones • Retroalimentación sensorial <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de equipos • Facilidad de acceso • Capacidad de actualización • Capacitación en el uso <ul style="list-style-type: none"> • Mejora en habilidades • Reducción de errores • Tiempo de respuesta • Confianza en la operación <ul style="list-style-type: none"> • Actualización del contenido • Cobertura de temas clave • Profundidad de la teoría • Práctica de aplicación <ul style="list-style-type: none"> • Estrategias de enseñanza • Uso de tecnología • Interacción en clases • Evaluación continua <ul style="list-style-type: none"> • Protocolos de seguridad • Simulacro de emergencia • Procedimientos correctivos • Cultura de seguridad 	<p>Enfoque de investigación</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Tipo de investigación</p> <p>Básico</p> <p>Método de investigación</p> <p>Correlacional no paramétrico</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>Descriptivo-Correlacional</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>No experimental transversal</p> <p>Técnica</p> <p>Encuesta</p> <p>Instrumentos</p> <p>Cuestionario</p> <p>Población</p> <p>100 cadetes de Ingeniería</p> <p>Muestra</p> <p>80 cadetes de Ingeniería</p> <p>Métodos de Análisis de Datos</p> <p>Estadística Según la prueba de normalidad</p>

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025

OBJETIVO: Determinar en qué medida el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

INSTRUCCIONES: Marque con una X la alternativa que usted considera válida de acuerdo al ítem en los casilleros siguientes:

Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
1	2	3	4	5

ÍTEM	VARIABLE 1: EMPLEO DE SIMULADOR DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
Nro.	Dimensión 1: Realismo en la simulación					
1	¿Los simuladores ofrecen controles precisos para mejorar las operaciones?					
2	¿La precisión en los controles de un simulador es crucial para el aprendizaje?					
3	¿Los gráficos de los simuladores son realistas para facilitar el aprendizaje?					
4	¿Los simuladores de maquinaria pesada cuentan con gráficos de alta calidad?					
5	¿Los simuladores recrean condiciones reales del terreno para mejorar la formación?					
6	¿Las condiciones de simulación se acercan lo más posible a las condiciones reales?					
7	¿La retroalimentación sensorial mejora la comprensión y el aprendizaje en simuladores?					
8	¿Contar con retroalimentación sensorial (vibración, sonidos) en simuladores es importante para un entrenamiento efectivo?					
Nro.	Dimensión 2: Accesibilidad del simulador	1	2	3	4	5
9	¿Los simuladores de maquinaria pesada están disponibles de manera continua para los cadetes?					
10	¿Existe una cantidad adecuada de simuladores para que todos los cadetes puedan acceder a ellos?					
11	¿Los simuladores son de fácil acceso en la escuela?					
12	¿La accesibilidad a los simuladores es un factor clave en su implementación?					
13	¿Los simuladores cuentan con actualizaciones periódicas para mantener su relevancia?					
14	¿La capacidad de actualizar los simuladores es esencial para mantener su efectividad?					

15	¿Recibir capacitación adecuada en el uso de simuladores de maquinaria pesada es beneficioso?					
16	¿La formación en el uso de simuladores debe ser parte del currículo técnico?					
Nro.	Dimensión 3: Efectividad del aprendizaje	1	2	3	4	5
17	¿El uso de simuladores de maquinaria pesada mejora las habilidades operativas?					
18	¿Los simuladores ofrecen una mejor forma de practicar habilidades técnicas?					
19	¿Los simuladores reducen los errores durante las prácticas reales de maquinaria?					
20	¿El uso de simuladores es eficaz para disminuir los fallos en el manejo de maquinaria pesada?					
21	¿Los simuladores ayudan a mejorar el tiempo de respuesta en situaciones reales de operación?					
22	¿La práctica con simuladores aumenta la rapidez de las decisiones operativas?					
23	¿Los simuladores aumentan la confianza al operar maquinaria pesada en situaciones reales?					
24	¿Los simuladores contribuyen a sentirse más seguro en las habilidades operativas?					

Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025

OBJETIVO: Determinar en qué medida el empleo de simulador de operación de maquinaria pesada se relaciona con la formación técnica de los cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” Lima, 2025.

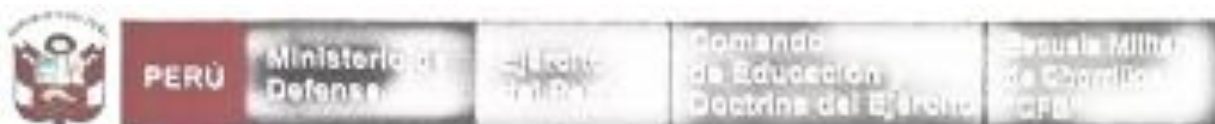
INSTRUCCIONES: Marque con una X la alternativa que usted considera válida de acuerdo al ítem en los casilleros siguientes:

Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
1	2	3	4	5

ÍTEM	VARIABLE 2: FORMACIÓN TÉCNICA	VALORACIÓN				
Nro.	Dimensión 1: Contenido del currículo	1	2	3	4	5
25	¿El contenido de la formación técnica está constantemente actualizado?					
26	¿Los temas de la formación técnica están alineados con las últimas tendencias y tecnologías?					
27	¿El currículo cubre todos los temas clave relacionados con la operación de maquinaria pesada?					
28	¿El currículo se enfoca en los aspectos más relevantes para la futura profesión?					
29	¿La formación teórica es esencial para entender los aspectos prácticos de la maquinaria pesada?					
30	¿La formación técnica profundiza en los aspectos teóricos antes de realizar prácticas?					
31	¿La formación técnica incluye más prácticas de aplicación que solo teoría?					
32	¿La aplicación práctica de los conocimientos es vital para la formación técnica?					
Nro.	Dimensión 2: Metodología de la enseñanza	1	2	3	4	5
33	¿Se implementan diversas estrategias de enseñanza para adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje?					
34	¿Se utilizan métodos innovadores en la enseñanza de operaciones de maquinaria pesada?					
35	¿El uso de tecnología en la formación técnica es fundamental para mejorar el aprendizaje?					
36	¿La formación técnica incluye más recursos tecnológicos, como simuladores o plataformas digitales?					
37	¿La interacción activa en las clases aumenta la comprensión del material?					
38	¿Las sesiones de clase incluyen más oportunidades para interactuar con los instructores?					
39	¿La evaluación continua en la formación técnica ayuda a mejorar el rendimiento?					
40	¿La evaluación continua motiva a mejorar constantemente las habilidades?					

Nro.	Dimensión 3: Capacitación en seguridad	1	2	3	4	5
41	¿La capacitación en protocolos de seguridad es una parte esencial de la formación técnica?					
42	¿La formación en seguridad es más rigurosa dentro del currículo?					
43	¿Los simuladores incluyen situaciones de emergencia para practicar respuestas rápidas?					
44	¿Los simulacros de emergencia son esenciales para prepararse en condiciones críticas?					
45	¿La formación técnica incluye procedimientos correctivos en caso de fallos durante la operación?					
46	¿La capacitación enseña cómo corregir errores durante el manejo de maquinaria?					
47	¿La cultura de seguridad es una parte central de la formación en maquinaria pesada?					
48	¿La seguridad es un aspecto clave en la enseñanza y práctica del uso de maquinaria pesada?					

Anexo 3. Autorización para la recolección de datos



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI"

AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El Coronel Jefe del Departamento de Educación Militar de la Escuela Militar de Chorrillos

"Coronel Francisco Bolognesi", autoriza:

Que los Cadetes de 4to año de Ingeniería, MENDOZA COLOMA Johnny Jaffer y ORTEGA HURTADO Edwin Arturo, están autorizados para aplicar la encuesta a la muestra/población (Cadetes de la EMCH) para obtener información para el desarrollo de la tesis titulada:

"Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica de los Cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos " CFB ", Uma 2025"

Se otorga el presente documento a solicitud de los interesados.

Chorrillos, 01 de julio 2025




 O - 0034000792 - O -
 ALAN HARRY GARCÍA GUEPE
 Coronel Intendente
 Jefe Depto. Edu. MIL de la Escuela Militar de Chorrillos
 "El Francisco Bolognesi"

Anexo 5. Base de datos (origen de resultados)

	V1: Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada	D1: Realismo en la simulación	D2: Accesibilidad del simulador	D3: Efectividad del aprendizaje	V2: Formación técnica	D1: Contenido del currículo	D2: Metodología de enseñanza	D3: Capacitación en seguridad
n	V1	V1-D1	V1-D2	V1-D3	V2	V2-D1	V2-D2	V2-D3
1	99	36	32	31	120	40	40	40
2	103	38	25	40	111	31	40	40
3	89	32	26	31	85	24	30	31
4	79	27	25	27	83	28	28	27
5	107	35	35	37	107	33	37	37
6	118	39	39	40	119	40	40	39
7	62	15	24	23	82	21	31	30
8	117	39	38	40	120	40	40	40
9	89	33	27	29	86	24	31	31
10	78	27	26	25	86	25	32	29
11	97	33	32	32	96	32	32	32
12	84	29	28	27	108	37	36	35
13	119	39	40	40	120	40	40	40
14	103	37	31	35	86	25	28	33
15	84	28	28	28	90	29	30	31
16	112	35	37	40	97	33	32	32
17	91	31	29	31	84	28	28	28
18	96	32	32	32	91	30	32	29
19	98	31	32	35	93	31	26	36
20	120	40	40	40	120	40	40	40
21	94	31	32	31	90	29	31	30
22	101	32	29	40	97	27	32	38
23	88	29	25	34	90	31	30	29
24	82	27	31	24	84	27	29	28
25	94	31	32	31	55	17	19	19
26	59	17	23	19	62	21	24	17
27	84	25	29	30	77	22	26	29
28	98	31	32	35	102	33	35	34
29	106	34	36	36	110	37	37	36
30	116	39	37	40	117	39	38	40
31	87	30	25	32	94	29	35	30
32	110	38	35	37	107	35	34	38
33	107	36	37	34	107	35	37	35
34	115	38	39	38	111	36	37	38
35	64	23	17	24	58	17	17	24
36	95	31	32	32	97	33	32	32
37	89	33	29	27	84	29	29	26
38	113	36	37	40	114	40	38	36

39	112	37	37	38	106	34	35	37
40	70	27	23	20	54	18	18	18
41	109	36	36	37	108	35	36	37
42	94	32	28	34	90	30	29	31
43	109	38	31	40	104	30	34	40
44	93	32	29	32	97	32	32	33
45	98	30	28	40	96	25	34	37
46	120	40	40	40	100	33	34	33
47	97	31	31	35	99	35	33	31
48	101	36	31	34	94	29	32	33
49	102	38	24	40	88	24	30	34
50	97	33	34	30	101	36	35	30
51	93	32	32	29	82	29	26	27
52	116	38	38	40	119	40	39	40
53	99	35	32	32	96	32	32	32
54	86	32	24	30	85	24	30	31
55	103	34	32	37	104	36	35	33
56	100	31	35	34	101	33	35	33
57	99	32	31	36	94	33	28	33
58	101	40	21	40	115	36	40	39
59	116	39	37	40	111	34	37	40
60	113	37	36	40	109	34	38	37
61	106	34	33	39	120	40	40	40
62	106	34	33	39	84	24	28	32
63	105	32	35	38	102	36	32	34
64	98	32	28	38	94	30	32	32
65	103	36	29	38	82	25	26	31
66	109	36	33	40	111	36	35	40
67	98	35	31	32	90	32	28	30
68	100	31	29	40	104	33	33	38
69	105	31	34	40	101	31	34	36
70	104	34	34	36	108	36	36	36
71	120	40	40	40	106	30	36	40
72	114	36	38	40	113	38	37	38
73	109	35	34	40	105	33	36	36
74	88	28	28	32	96	32	32	32
75	96	32	32	32	96	32	32	32
76	73	23	25	25	81	25	29	27
77	120	40	40	40	120	40	40	40
78	119	40	40	39	120	40	40	40
79	100	34	33	33	88	27	28	33
80	120	40	40	40	120	40	40	40

Anexo 6. Propuesta de mejora

En relación al Objetivo General, se propone mejorar el acceso y el uso del simulador de operación de maquinaria pesada mediante la implementación de un sistema de gestión digital que permita a los cadetes reservar horarios específicos para el entrenamiento. Esta plataforma debe incluir un monitoreo en tiempo real de la disponibilidad de equipos y facilitar el registro detallado del progreso individual de cada cadete durante las sesiones. Asimismo, se recomienda establecer un programa integral de mantenimiento preventivo y correctivo para los simuladores, con personal técnico capacitado que garantice su operatividad constante. Además, es vital diseñar e implementar talleres periódicos para instructores y cadetes, enfocados en la optimización del uso de estas herramientas, con actualización continua en las nuevas tecnologías aplicadas a la simulación. Se sugiere complementar el entrenamiento con materiales didácticos digitales que refuercen el aprendizaje teórico y práctico. Finalmente, se propone realizar evaluaciones sistemáticas de satisfacción y desempeño para ajustar las estrategias formativas y la tecnología empleada, asegurando así una formación técnica más eficiente y acorde con las exigencias actuales.

En relación al Objetivo Específico 1, se propone la incorporación progresiva de simuladores de alta fidelidad que ofrezcan experiencias inmersivas y realistas, incluyendo tecnología de realidad virtual y aumentada. Esto permitirá replicar condiciones operativas complejas, como variaciones del terreno, clima y respuesta dinámica de la maquinaria. Se recomienda que estas simulaciones incluyan retroalimentación háptica y auditiva para estimular múltiples sentidos, lo que mejorará la percepción y el aprendizaje. Además, es crucial implementar un programa de actualización tecnológica constante que permita la modernización de los simuladores, evitando la obsolescencia. La formación del personal encargado debe incluir talleres especializados para maximizar el aprovechamiento de las capacidades avanzadas de los simuladores. Asimismo, se sugiere crear un banco de escenarios y ejercicios variados que reflejen situaciones reales y retos tácticos, promoviendo la adaptabilidad y toma de decisiones bajo presión. Esta propuesta contribuirá a elevar el nivel de realismo y a optimizar la transferencia de habilidades al entorno operativo real.

En relación al Objetivo Específico 2, se propone establecer una política institucional que garantice el acceso equitativo a los simuladores para todos los cadetes, contemplando horarios flexibles y turnos rotativos que optimicen el uso del equipamiento. Se recomienda la ampliación progresiva de la cantidad de simuladores disponibles, priorizando su distribución

en función del número de usuarios y la demanda de entrenamiento. Para mejorar la accesibilidad física, se sugiere adecuar espacios amplios y seguros, equipados con la infraestructura tecnológica necesaria, y garantizar la señalización y facilidades para el traslado dentro de la escuela. Además, se debe implementar un sistema de soporte técnico accesible que permita resolver rápidamente fallas o dificultades, minimizando el tiempo de inactividad. En cuanto a la formación, se propone desarrollar módulos específicos de capacitación sobre el uso y mantenimiento básico de los simuladores, dirigidos tanto a cadetes como a instructores. Estas acciones permitirán maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles y favorecerán un aprendizaje continuo y eficaz.

En relación al Objetivo Específico 3, se propone diversificar y enriquecer las estrategias pedagógicas para aumentar la efectividad del aprendizaje, combinando simulaciones con metodologías activas como el aprendizaje colaborativo, estudio de casos y ejercicios prácticos supervisados. Se recomienda incorporar sistemas de retroalimentación inmediata dentro de los simuladores, permitiendo que los cadetes evalúen y corrijan sus errores en tiempo real, favoreciendo el aprendizaje autónomo y la reflexión crítica. Asimismo, es fundamental establecer un programa de evaluación continua que permita medir periódicamente el progreso individual y grupal, identificando áreas de mejora y adaptando los contenidos y métodos a las necesidades detectadas. Se sugiere capacitar a los instructores en técnicas de enseñanza innovadoras y en el manejo de herramientas tecnológicas, para que puedan guiar eficazmente a los cadetes. Finalmente, se propone fomentar una cultura institucional que valore la excelencia en la formación técnica y el aprendizaje permanente, incentivando la participación activa, la motivación y el compromiso de los cadetes con su desarrollo profesional. Estas mejoras asegurarán un aprendizaje más efectivo y duradero.

Anexo 7. Validación por juicio de expertos



ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB"
4TO AÑO
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE-EXPERTO	INSTITUCIÓN DONDE LABORA EXPERTO	NOMBRE DEL INSTRUMENTO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
Mg. Hurtado Noriega Carlos	Ejército del Perú	Cuestionario (encuesta)	CAD IV ING Mendoza Coloma Johnny CAD IV ING Ortega Hurtado Edwin
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: EMPLEO DE SIMULADOR DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LA FORMACIÓN TÉCNICA DE LOS CADETES DE INGENIERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB", 2025			

IV. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Indicadores de evaluación del Instrumento	Criterios Cualitativos Cuantitativos	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE	SUB TOTAL	
		0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 85	86 - 100		
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.					92	92	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas Observables.					94	94	
3. Actualización	Está adecuado al avancede la ciencia y la tecnología.					91	91	
4. Organización	Esta organizado en forma Lógica.					93	93	
5. Suficiencia	Comprende aspectos cuantitativos					93	93	
6. Intencionalidad	Es adecuado para medir los aspectos de interés					92	92	
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos científicos.					94	94	
8. Coherencia	Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.					94	94	
9. Metodología.	La estrategia responde al propósito de la investigación					92	92	
10. Pertinencia	Las dimensiones consideradas permiten evaluar la variable en su conjunto.					91	91	
TOTAL								926
TOTAL (en %) / 10								92.6

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92.6

VI. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Valoración cuantitativa:

Valoración cualitativa:

Opinión de aplicabilidad:

LUGAR Y FECHA	DNI	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	N° DE TELEFONO
Chorrillos, 22 mayo 2025	43296300		998 990164



ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB"
4TO AÑO
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

APellidos y Nombres del Informante-Experto	Institución donde labora Experto	Nombre del Instrumento	Autor del Instrumento
Dr. García Huamantumba Camilo Fermín	Ejército del Perú	Cuestionario (encuesta)	CAD IV ING Mendoza Coloma Johnny CAD IV ING Ortega Hurtado Edwin
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: EMPLEO DE SIMULADOR DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LA FORMACIÓN TÉCNICA DE LOS CADETES DE INGENIERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB", 2025			

I. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios Cualitativos Cuantitativos	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE	SUB TOTAL
		0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 85	86 - 100	
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.					94	94
2. Objetividad	Esta expresado en conductas Observables.					95	95
3. Actualización	Esta adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					93	93
4. Organización	Esta organizado en forma Lógica.					95	95
5. Suficiencia	Comprende aspectos cuantitativos					95	95
6. Intencionalidad	Es adecuado para medir los aspectos de interés					94	94
7. Consistencia	Esta basado en aspectos teóricos científicos.					95	95
8. Coherencia	Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.					95	95
9. Metodología.	La estrategia responde al propósito de la investigación.					94	94
10. Pertinencia	Las dimensiones consideradas permiten evaluar la variable en su conjunto.					93	93
TOTAL							943
TOTAL (en %) / 10							94.3

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 94.30

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Valoración cuantitativa: 94.3

Valoración cualitativa: Excelente

Opinión de aplicabilidad: El instrumento es válido y se puede aplicar.

LUGAR Y FECHA	DNI	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	N° DE TELEFONO
Chorrillos, 22 mayo 2025	43296209		998774314



ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB"
4TO AÑO
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

APellidos y Nombres del Informante-Experto	Institución donde labora Experto	Nombre del Instrumento	Autor del Instrumento
Mg. Galindo Heredia Jose Antonio	Ejército del Perú	Cuestionario (encuesta)	CAD IV ING Mendoza Coloma Johnny CAD IV ING Ortega Hurtado Edwin
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: EMPLEO DE SIMULADOR DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LA FORMACIÓN TÉCNICA DE LOS CADETES DE INGENIERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB", 2025			

I. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

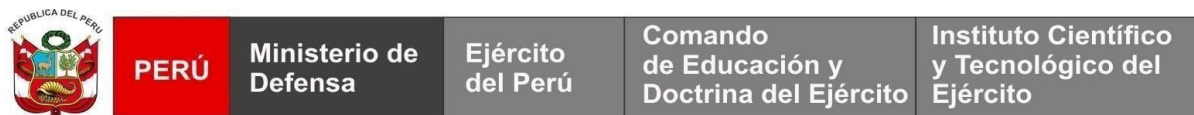
Indicadores de evaluación del Instrumento	Criterios Cualitativos Cuantitativos	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE	SUB TOTAL
		0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 85	86 - 100	
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.					95	95
2. Objetividad	Esta expresado cu conductas Observables.					95	95
3. Actualización	Está adecuado al avancede la ciencia y la tecnología.					95	95
4. Organizacion	Esta organizado en forma Lógica.					95	95
5. Suficiencia	Comprende aspectos cuantitativos					95	95
6. Intencionalidad	Es adecuado para medir los aspectos de interés					95	95
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos científicos.					95	95
8. Coherencia	Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.					95	95
9. Metodología.	La estrategia responde al propósito de la investigación.					95	95
10. Pertinencia	Las dimensiones consideradas permiten evaluar la variable en su conjunto.					95	95
TOTAL							950
TOTAL (en %) / 10							95

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95.00

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Valoración cuantitativa: 95
 Valoración cualitativa: excelente
 Opinión de aplicabilidad: es aplicable

LUGAR Y FECHA	DNI	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	N° DE TELEFONO
Chorrillos, 22 mayo 2025	43251422		996131693

Anexo 8. Dictamen final revisor (DINVEST)

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CRL. FRANCISCO BOLOGNESI”

DICTAMEN FINAL

VISTA LA TESIS:

“Empleo de simulador de operación de maquinaria pesada y la formación técnica de los Cadetes de Ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos " CFB ", Lima 2025”

Presentada por los graduados:

Mendoza Coloma Johnny Jefferi
Ortega Hurtado Edwin Arturo

CONSIDERANDO:

Que ha sido elaborada conforme a lo dispuesto por el artículo 41. ° del Reglamento del Sistema de Investigación de la EMCH “CFB” 2022 – 2026, y levantadas las observaciones prescritas durante el proceso del análisis y revisión de la referida tesis, los suscritos:

Mg JOSE ALBERTO BEDOYA PERALES : Revisor Temático
Dra MARTHA ALICIA ROMERO ECHEVARRIA : Revisor Metodológico

Dictaminamos que, la tesis en referencia, esta expedita para ser sustentada, el día, hora, lugar y ante el jurado que determine la Resolución Directoral de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” para cuyo efecto, firmamos el presente dictamen.

Lima, 01 de diciembre de 2025

Mg José Bedoya Perales
Revisor Temático
DNI: 43315310

Dra Martha Romero Echevarría
Revisor Metodológico
DNI:08569411

Anexo 9. Acta de sustentación (DINVEST)

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"



ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS
"CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DE LA PROMOCIÓN CXXXII

En el distrito de Chorrillos de la ciudad de Lima, siendo las 11:30 horas del día 22 de diciembre de 2025, se dio inicio a la sustentación de la Tesis titulada:

EMPLEO DEL SIMULADOR DE OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO
RESERVA SE RELACIONA CON LA FORMACIÓN TÉCNICA DE
LOS COADETES DE INGENIERIA DE LA ESCUELA MILITAR
DE CHORRILLOS "CEB" LIMA 2025

Presentada por:

BACH. ORTEGA HURTADO EDWIN DETURO
BACH. MENDOZA COLOMO JOHNNY JEFFERS

Ante el Jurado de Sustentación de Tesis nombrado por la Escuela Militar de Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi" y conformado por:

Presidente: Dra. Galinda Heredia, José Antonio
Secretario: H. MENESES GUERRERO DAVID
Vocal : Dra. GARCIA ABURTO LUMIB LOUIDES

Concluida la sustentación, los miembros del Jurado dictaminaron:

APROBADA POR EXCELENCIA (); APROBADA POR UNANIMIDAD ();
APROBADA POR MAYORÍA (); OBSERVADA (); DESAPROBADA ()

Siendo las 12:00 horas del día 22 de diciembre de 2025, se dio por concluido el presente acto académico, firmando los miembros del Jurado.

J. Galinda

DNI: 43251422
PRESIDENTE

H. Meneses

DNI: 07587744
SECRETARIO

L. Louides

DNI: 09469026
VOCAL

Anexo 10. Otros de acuerdo al nivel y diseño de investigación