

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Mecánica



TESIS

**Análisis de costos basado en la metodología BIM en la
construcción de un taller de mantenimiento para camiones
mineros en el proyecto Quellaveco**

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico

Elaborado por:

Marco Dany Marcelo Caro

 [0009-0002-5576-4086](https://orcid.org/0009-0002-5576-4086)

Asesor:

Ing. Roberto Antenor Baldeon Icochea

 [0009-0006-7149-9031](https://orcid.org/0009-0006-7149-9031)

LIMA – PERÚ

2025

Citar/How to cite	(Marcelo, 2025)
Referencia/Reference	Marcelo, M. (2025). <i>Análisis de costos basado en la metodología BIM en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros en el proyecto Quellaveco</i> . [Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

A Dios, quien todo provee.

A mi esposa Carmen y a mi hija Valentina, por los
muchos momentos que las he privado de mi compañía y
atención en aras de alcanzar esta meta.

A mis padres,

Por darme la vida y lo necesario para valerme por mí
mismo.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi asesor de tesis, el Ing. Roberto Baldeón. Su experiencia y colaboración me ayudaron a seguir una línea que cada día de trabajo se aclaraba mucho más. Su guía constante me ha motivado a alcanzar lo que no imaginé.

En profundo agradecimiento a mis queridos padres, quienes a lo largo de sus vidas me han inculcado la cultura del trabajo y estudio. Su esfuerzo constante para asegurarme una educación son un regalo que valoro más allá de las palabras. Esta tesis es el testimonio de su sacrificio y amor, y un recordatorio constante de la importancia del trabajo duro y la educación en nuestras vidas.

A las Compañías Constructoras donde laboré por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional y mostrarme los distintos ángulos del desarrollo de este negocio y entender la problemática para actuar sobre ello a través de esta investigación.

A todos mis más sinceros agradecimientos por el apoyo y fortaleza que siempre me supieron brindar.

Resumen

La presente se centra en su uso de la metodología Building Information Modeling (BIM) para optimizar costos y procesos constructivos. Este enfoque integra tecnología, colaboración interdisciplinaria y herramientas digitales para mejorar su planificación, diseño y ejecución de proyectos. Su proyecto Quellaveco, una de las inversiones mineras más importantes en Perú, representa un caso ideal para implementar BIM, buscando optimizar recursos en la construcción de talleres para camiones mineros autónomos.

Se emplea el diseño no experimental, tipo descriptivo y exploratorio, centrado en medir las diferencias de costos y beneficios en empresas peruanas.

En conclusión, BIM presenta como su herramienta clave para optimizar costos, aumentar su sostenibilidad y mejorar su calidad en la construcción, destacando su aplicabilidad en el sector minero.

Palabras claves: Metodología BIM, optimización de costos, reducción de costos.

Abstract

The research focuses on the use of the Building Information Modeling (BIM) methodology to optimize construction costs and processes. This approach integrates technology, interdisciplinary collaboration and digital tools to improve project planning, design and execution. The Quellaveco project, one of the most important mining investments in Peru, represents an ideal case to implement BIM, seeking to optimize resources in the construction of workshops for autonomous mining trucks.

A non-experimental, descriptive and exploratory design is used, focused on measuring the differences in costs and benefits in Peruvian companies.

In conclusion, BIM is presented as a key tool to optimize costs, increase sustainability and improve quality in construction, highlighting its applicability in the mining sector.

Keywords: BIM methodology, cost optimization, cost reduction.

Tabla de Contenido

Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Introducción.....	xii
Capítulo I. Generalidades.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.1.1. Antecedentes Internacionales	1
1.1.2. Antecedentes Nacionales	3
1.2. Identificación y Descripción del problema de investigación.....	5
1.3. Formulación del Problema	6
1.3.1. Problema Principal.....	6
1.3.2. Problemas Específicos	6
1.4. Justificación e Importancia.....	7
1.5. Objetivo del Estudio.....	8
1.5.1. Objetivo General.....	8
1.5.2. Objetivos Específicos.....	8
1.6. Hipótesis.....	8
1.6.1. Hipótesis General	8
1.6.2. Hipótesis específicas	8
1.7. Variables y Operacionalización de variables.....	9
1.7.1 Variables	9
1.7.2. Operacionalización de variables	10
1.8. Metodología de la Investigación.....	10
1.8.1. Unidades de Análisis	10
1.8.2. Tipo, Enfoque y Nivel de Investigación	11
1.8.3. Diseño de la Investigación	11
1.8.4. Fuentes de Información	11

1.8.5.	Población y Muestra	12
1.8.6.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	12
1.8.7.	Análisis y Procesamiento de Datos.....	12
Capítulo II. Marco teórico y conceptual.....		13
2.1.	Marco Teórico.....	13
2.1.1.	Tecnología BIM.....	13
2.1.2.	Adopción de BIM en el Perú.	13
2.1.3.	Fundamentos de la Metodología BIM.....	13
2.1.4.	La Optimización de Costos en la Construcción	14
2.1.5.	Beneficios Adicionales de BIM en la Optimización de Costos	14
2.1.6.	Impacto de BIM en la Sostenibilidad y la Eficiencia Energética.....	14
2.1.7.	Proceso de Implementación de BIM en la Construcción	14
2.1.8.	Reducción de Riesgos con BIM	15
2.2.	Marco Conceptual.....	15
2.2.1.	Tecnología	15
2.2.2.	Proyecto de inversión pública	15
2.2.3.	Proyecto de inversión privado.....	15
2.2.4.	Herramientas BIM.....	15
2.2.5.	Costo- beneficio.....	16
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación		17
3.1.	Tipo y Diseño de la Investigación	17
3.2.	Población y muestra	17
3.3.	Técnicas e instrumentos	18
3.3.1.	Técnicas	18
3.3.2.	Instrumentos	18
3.3.3.	Guía de análisis documental.....	18
3.3.4.	Guía de entrevista.....	18
3.4.	Unidad de Análisis	18
3.5.	Desarrollo de la investigación	19

3.5.1.	Recopilación de información	19
3.5.2.	Delimitar el campo de estudio	21
3.5.3.	Criterios para la selección de documentos:.....	21
3.5.4.	Análisis de la información	22
Capítulo IV. Resultados.....		23
4.1.	Resultados, Contratación de Hipótesis y Discusión Resultados.....	23
4.1.1.	Evaluación de metodología tradicional en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros.	23
4.1.2.	Cálculo de Costos de Equipos y Maquinaria	24
4.2.	Análisis de los costos asociados a la construcción de un taller de mantenimiento utilizando la metodología BIM.....	26
4.3.	Cuantificar las variaciones de costos entre la metodología BIM y la metodología tradicional.	26
4.3.1.	Metodología de comparación	26
4.3.2.	Análisis comparativo	27
4.3.3.	Análisis técnico del ahorro	28
4.4.	Comparación de los costos totales derivados de ambas metodologías. ...	29
4.4.1.	Comparación de Costos Totales (USD)	29
4.4.2.	Ahorro económico de trabajos adicionales (con valores reales de proyecto)	29
Discusiones.....		34
Conclusiones.....		37
Recomendaciones.....		39
Referencias Bibliográficas		40
Anexos		50

Lista de tablas

Tabla 1	<i>Operacionalización de Variables</i>	10
Tabla 2	<i>Costos de la Metodología Tradicional</i>	23
Tabla 3	<i>Costos de hora máquina</i>	25
Tabla 4	<i>Costos de Hora Máquina</i>	25
Tabla 5	<i>Costos Metodología BIM</i>	26
Tabla 6	<i>Metodología Comparativa de los Dos Escenarios</i>	27
Tabla 7	<i>Comparación de Costos Entre Metodología Tradicional y BIM</i>	27
Tabla 8	<i>Diferencia de Cada Costo</i>	29
Tabla 9	<i>Conceptos de Ahorros Reales del Proyecto</i>	30
Tabla 10	<i>Ahorros Estimados</i>	31

Lista de figuras

Figura 1	<i>Desarrollo de la Investigación</i>	19
Figura 2	<i>Pasos en la Recolección de Datos</i>	20
Figura 3	<i>Selección de Información</i>	20
Figura 4	<i>Gráfico Circular de Ahorro en Costo por Disciplina Usando BIM</i>	32
Figura 5	<i>Gráfico Circular de Porcentaje de Ahorro en Costo por Disciplina Usando BIM</i>	32

Introducción

La construcción de infraestructura eficiente y sostenible representa un desafío crucial para garantizar el éxito de las operaciones y, al mismo tiempo, minimizar los costos. En este contexto, el estudio se orienta en analizar cómo esta metodología Building Information Modeling (BIM) contribuye a su optimización de costos durante su construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros, para su marco del proyecto Quellaveco, uno de los desarrollos mineros más relevantes de la región (blog, 2023).

Esta metodología BIM consta en la herramienta bastante completa, ya que integra tecnología, procesos y trabajo en equipo entre distintas disciplinas para mejorar todo su desarrollo del proyecto de construcción, a partir de su planificación hasta su ejecución. Más allá de ofrecer una visualización mucho más clara del proyecto, también ayuda a detectar riesgos, anticiparse a posibles problemas y evaluar diferentes opciones sobre la marcha. Todo esto, en conjunto, permite tomar mejores decisiones y, en consecuencia, reducir tanto los costos como los tiempos de ejecución de manera considerable (Yucra, 2020).

En este contexto, poder optimizar los costos y hacer más eficiente la construcción y el mantenimiento de infraestructuras se vuelve clave para que los proyectos sigan siendo competitivos y sostenibles a largo plazo. En ese camino, BIM se ha ido posicionando como una herramienta innovadora que realmente aporta a una mejor gestión de sus recursos y contribuye a disminuir significativamente sus costos operativos (Alianza BIM, 2023). Su implementación en talleres de mantenimiento hace mucho más sencilla la planificación, ya que permite trabajar con un nivel de detalle alto y ejecutar con mayor precisión. Esto ayuda a detectar posibles problemas desde el arranque y a ajustar los procesos antes de que generen contratiempos. Como resultado, se logran reducir los tiempos de construcción, bajar los costos, así como su tiempo, mejorando su calidad y seguridad de las instalaciones (Alianza BIM, 2023).

El proyecto minero Quellaveco, una de las inversiones más grandes y estratégicas del Perú, ha apostado por la incorporación de tecnologías de punta en sus operaciones. Entre ellas, destaca la construcción de talleres de mantenimiento para camiones mineros, espacios clave para asegurar que las operaciones no se detengan y que la flota de camiones autónomos Caterpillar se mantenga en óptimas condiciones. Esta flota, por cierto, forma parte de la primera operación de acarreo 100% autónoma en toda América, lo que marca un hito en la industria minera de la región (Sandoval, 2021).

El desarrollo del presente se organiza en 6 capítulos. Su Capítulo I expone su introducción, problemática de investigación, objetivos (general y específicos), las hipótesis y operacionalización de variables con sus dimensiones e indicadores, así como los antecedentes nacionales e internacionales considerados. Su Capítulo II aborda su marco teórico y conceptual, proporcionando las bases y definiciones relacionadas con su estudio. El Capítulo III describe su tipo y diseño de estudio, población, muestra, técnicas e instrumentos de compilación de datos, así como la unidad de análisis y su matriz de consistencia. Su Capítulo IV desarrollan sus resultados obtenidos y discusión correspondiente, en base a sus datos compilados a través de instrumentos de estudio. Finalmente, en los siguientes apartados se presentan sus conclusiones y recomendaciones, enfocadas a su mejoramiento de proyectos futuros en su sector.

Capítulo I. Generalidades

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes Internacionales

Carrera (2023) utilizó la metodología BIM para evaluar costos en proyectos mineros desarrollados en Perú y Chile durante 2022, esta tesis desarrollada en Universidad Privada del Norte. Este estudio se enfocó en su aplicación de BIM para analizar la contribución a su gestión más eficaz de sus costos en el sector minero. Su metodología empleada incluyó una revisión de estudios previos y casos prácticos en ambos países, con un enfoque en su implementación de BIM en proyectos recientes. Sus descubrimientos demostraron que su empleo de esta herramienta permitió la planificación y control más efectivos de los costos, reduciendo los riesgos y optimizando el uso de los recursos. Concluyendo que BIM consta en la solución eficaz para su mejoramiento de su eficiencia y rentabilidad de los proyectos mineros en la región.

Quintanilla (2022) armó un plan estratégico para meter la tecnología BIM y así bajar costos en proyectos chicos durante la construcción para Minera Escondida. Su estudio, que fue aplicado y con diseño experimental, encontró que tres de cinco empresas consultoras tenían un nivel medio a alto de preparación para adoptar BIM. Esto les permitió disminuir en costos directos de alrededor del 4.3% y un retorno de inversión del 9.1%. Con una inversión de casi 3 millones de dólares (2,923,802 para ser exactos), consiguieron un ahorro directo del 15%, un costo de oportunidad diario de 1,191 dólares y uno anual que llega a los 434,715 dólares. La implementación también trajo más variedad y complejidad en las herramientas digitales, lo que hizo que tuvieran que invertir más en infraestructura tecnológica y sumar facilitadores BIM de forma permanente.

Eastman (2021) hizo un análisis bastante completo sobre cómo la metodología BIM puede hacer que sus proyectos de construcción sean más eficaces y efectivos en todas las fases. Su idea principal de su estudio es ofrecer una guía que ayude a implementar BIM de forma integral, para así optimizar los costos, mejorar la coordinación entre las

distintas áreas y tener más control y claridad durante el diseño y la ejecución. BIM se usa para detectar y solucionar problemas de diseño, bajar los riesgos de sobrecostos y sorpresas, y también para mejorar la planificación de la obra. Los resultados de varios casos muestran que los proyectos que usan BIM pueden reducir hasta un 20% sus costos operativos, debido a su planificación más exacta y un control mejor de los recursos. En resumen, Eastman concluye que integrar BIM ayuda a manejar los proyectos de manera más eficiente, logrando un mejor retorno de inversión, acortando sus tiempos de construcción y mejorando su calidad final del trabajo.

Kaschel (2021) analizó su tecnología BIM aplicada a proyectos de infraestructura ferroviaria. Su metodología fue no experimental y descriptivo. Sus resultados indican que en primer lugar se debe tener claro el propósito de su utilización del BIM en el proceso de planificación, diseño y construcción con la empresa constructora, se deben aclarar los objetivos de su implementación BIM, la cantidad requerida en su procesamiento de planificación, diseño y construcción, sus usos disponibles y se deben aclarar los requisitos del estándar BIM. Se puede concluir que el trabajo se completó en totalidad al brindar respuestas a cada uno de sus objetivos específicos y en su proceso completar los objetivos generales de este estudio.

Carmona (2020) hizo un análisis sobre cómo está Costa Rica en cuanto a sus capacidades para implementar la metodología BIM. El estudio fue descriptivo y no experimental, y con eso lograron identificar un punto de partida claro para que el país empiece a adoptar BIM. A partir de ahí, desarrollaron una serie de actividades, siendo validadas mediante el grupo de expertos, y todo esto llevó a crear una hoja de ruta para incorporar BIM en sus etapas de planificación, diseño, construcción y operación de obras públicas en Costa Rica. El objetivo es mejorar cómo se gestionan sus proyectos de construcción. Su estudio concluye que usar BIM puede ayudar a que haya más transparencia y mejor manejo de la información en proyectos públicos, lo que facilita el análisis más completo en sus fases de diseño y promueve la ejecución más eficaz durante

su construcción. Además, BIM mejora la trazabilidad y la claridad de sus datos, generando más confianza en estos estudios de inversión por parte de estas instituciones del Estado.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Barboza (2022) optimizó los recursos en sus partidas de estructuras del proyecto multifamiliar de 20 niveles, situado en distrito de Jesús María, Lima. Su propósito fue determinar cómo esta metodología BIM-LEAN contribuye a su optimización de recursos en sus partidas de estructuras de este proyecto. Utilizó su metodología aplicada, cuantitativo y explicativo, recolectando y analizando datos desde su implementación BIM y Lean Construction. Los resultados revelaron que su cuantificación de materiales optimizó en 3.80%, su presupuesto en 3.93% y su planificación del plazo de ejecución en 4.21%. Se concluyó que su combinación BIM y Lean Construction genera una optimización significativa de recursos, logrando el ahorro de S/. 434,166.83 debido a la disminución de desperdicios de materiales.

Iparraguirre (2022) investigó cómo optimizar costos y tiempos en la infraestructura vial Quiroga – Pacchanga, en Cashapampa, Ancash, usando la metodología BIM. Para hacerlo, recopiló información de varias fuentes, seleccionadas tras revisar sistemáticamente estudios entre 2015 y 2022. La investigación, que fue descriptiva y sin intervención experimental, se centró en analizar un expediente técnico que luego modelaron en BIM con dos programas: ISTRAM ISPOL para el diseño geométrico, y DELPHIN EXPRESS para presupuestos, metrados y análisis de precios unitarios. La conclusión principal fue que aplicar BIM en proyectos viales ayuda a reducir costos de manera significativa, porque facilita hacer ajustes, resolver problemas y mejorar detalles durante la etapa de estudio, antes de empezar la construcción. Esto resulta clave, sobre todo en contextos donde es común que se pidan adicionales o se extiendan los plazos.

Mamani (2021) realizó una comparación entre la gestión de proyectos usando software BIM y los métodos tradicionales como CAD, enfocándose en lo bueno y lo malo en cuanto a costos y tiempos en la planificación de proyectos de construcción. Para esto, revisó literatura científica relevante y analizó varios casos de estudio y experiencias

anteriores. Los resultados muestran que usar BIM mejora bastante la organización y la planificación, ayuda a detectar choques y errores de construcción antes de que ocurran, y reduce tanto los sobrecostos como los retrasos en la ejecución. Concluye que BIM es una herramienta muy útil para hacer que los proyectos de construcción sean más eficientes y de mejor calidad.

Pomayay (2020) investiga cómo la implementación de la metodología BIM afecta la optimización de costos en la construcción del Pabellón “H” de la Universidad Continental en Huancayo. El objetivo es verificar la incidencia de BIM en la reducción del presupuesto total del proyecto. La metodología incluye el análisis de las especialidades de estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas, comparando datos antes y después de la implementación de BIM. Los resultados indican una reducción significativa en los costos del proyecto tras la aplicación de BIM. Se concluye que la metodología BIM es efectiva para optimizar costos en proyectos de construcción en el contexto peruano.

Salinas y Prado (2019) aplicaron la tecnología BIM en proyectos públicos peruanos de construcción; su metodología es descriptiva y diseño no experimental. Sus resultados constan en que estas propuestas de aplicación BIM en proyectos públicos peruanos requieren de escenarios de construcción y de diseño, donde al utilizar esta tecnología BIM sirve para encontrar errores; asimismo, estas tecnologías BIM observan sesiones de trabajo ICE, donde se ve una potencia de BIM para que defina propuestas o resolver problemas en proyectos, de tal manera que esta tecnología BIM es gradual, siendo necesario contar con profesionales que sean capacitados en instituciones públicas que ejecuten términos de referencia, permitiendo y promoviendo una adecuada aplicación de esta tecnología BIM. Teniendo como conclusión que para el mejoramiento de proyectos en Perú se espera un largo camino, ya que la utilización de esta tecnología BIM es una obligación que viendo ser descrita por esta aplicación en otros diversos países y mejoramientos en cuanto a sus infraestructuras gracias a esta tecnología BIM.

1.2. Identificación y Descripción del problema de investigación

A nivel internacional, se ha observado que la implementación de BIM puede conducir a reducciones significativas en costos y tiempos de construcción. Por ejemplo, en Minera Escondida Ltda., se desarrolló un plan estratégico para aplicar BIM en proyectos de menor escala, y los resultados fueron bastante positivos: se logró reducir alrededor de un 4.3% en costos directos y acortar los plazos de construcción en un 15%. Sin embargo, cuando se trata de proyectos más grandes, como los talleres de mantenimiento para flotas mineras, la historia es un poco distinta. La implementación de BIM todavía se topa con varios retos, especialmente en lo que tiene que ver con la integración de tecnologías y la resistencia al cambio dentro de las organizaciones, que muchas veces siguen muy arraigadas a métodos tradicionales (Quintanilla, 2022).

En el contexto peruano, la implementación de la metodología BIM en proyectos mineros ha mostrado resultados bastante alentadores. Un estudio reciente, centrado en la estimación de costos en proyectos de minería en Perú y Chile, resaltó cómo BIM ha sido útil para generar modelos digitales detallados y para optimizar tanto tiempos como costos operativos. Ahora bien, cuando se mira más de cerca a casos concretos, como el taller de mantenimiento para camiones mineros en Quellaveco, todavía hay ciertos obstáculos para lograr una integración completa. Entre los principales retos están la falta de personal con formación técnica específica en BIM y la necesidad de ajustar procesos internos ya establecidos para que encajen con la lógica y los flujos de trabajo que esta metodología propone (Carrera, 2023).

Actualmente, la implementación de la tecnología BIM se ha consolidado como una herramienta clave en la optimización de procesos constructivos a nivel global. Esta metodología no solo permite una planificación y diseño más eficientes mediante modelos tridimensionales, sino que también facilita la colaboración interdisciplinaria, la detección temprana de conflictos y la reducción de costos y tiempos de ejecución.

Quintanilla (2022) explica que el uso de BIM en proyectos constructivos ha demostrado ser efectivo para reducir costos directos en un 4.3% y los plazos de

construcción en un 15 %, particularmente en el ámbito de proyectos menores en minería. Estos resultados destacan el impacto positivo de BIM en la gestión integral de proyectos y su creciente adopción en diversos sectores de la construcción.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema Principal

En el desarrollo de proyectos de gran envergadura, como la construcción de talleres de mantenimiento para camiones mineros, los métodos tradicionales de planificación y control suelen generar limitaciones en términos de precisión de metrados, detección de interferencias y gestión eficiente de recursos. Estas deficiencias conllevan a sobrecostos, retrasos y menor competitividad en proyectos del sector minero. En este contexto, surge la interrogante:

- ¿Cómo optimizar los costos en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros en el proyecto Quellaveco utilizando la metodología BIM?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los costos de construcción asociados a la metodología tradicional en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros en el proyecto Quellaveco?
- ¿Cuáles son los costos de construcción aplicando la metodología BIM en el mismo proyecto?
- ¿Qué variaciones existen entre los costos obtenidos bajo la metodología tradicional y la metodología BIM?
- ¿Qué ventajas económicas y operativas se derivan de la implementación de la metodología BIM frente al enfoque tradicional?

1.4. Justificación e Importancia

Esta investigación se justifica principalmente desde una mirada científica, porque aporta evidencia clara sobre cómo la metodología BIM puede marcar la diferencia en proyectos mineros grandes. Al comparar los costos entre los métodos tradicionales y BIM, se genera información valiosa que impulsa el desarrollo de la ingeniería de la construcción en Perú, confirmando lo importante que es adoptar herramientas digitales cuando se trabaja en proyectos complejos.

Desde un punto de vista práctico, el estudio muestra cómo usar BIM en la construcción del taller de mantenimiento para camiones mineros en Quellaveco ayuda a identificar con claridad en qué áreas se pueden lograr ahorros importantes, como en mano de obra, maquinaria y subcontratos. Esta información es súper útil para las empresas constructoras y quienes manejan los proyectos, porque les da una base sólida para tomar decisiones que permitan optimizar recursos, evitar sobrecostos y mejorar la eficiencia en el trabajo.

En lo social, optimizar los costos en proyectos grandes tiene un impacto directo en la economía local y nacional, porque permite liberar recursos que pueden usarse en nuevas inversiones, generar empleo y fomentar la adopción de estándares más sostenibles en la construcción. Además, usar BIM ayuda a mejorar la seguridad en obra y la calidad de las instalaciones, lo que se traduce en beneficios tanto para los trabajadores como para la comunidad que está cerca de las operaciones mineras.

La importancia de esta investigación radica en que demuestra cómo la transición de un método tradicional a uno basado en BIM puede marcar una diferencia sustancial en la gestión económica y técnica de un proyecto estratégico como Quellaveco. Los resultados obtenidos constituyen una referencia para la adopción de políticas empresariales y públicas que impulsen la digitalización del sector construcción en el Perú, al mismo tiempo que promueven la formación de

profesionales capacitados en nuevas tecnologías, alineados con las exigencias globales de sostenibilidad, eficiencia y competitividad.

1.5. Objetivo del Estudio

1.5.1. Objetivo General

Analizar la optimización de costos aplicándose la metodología BIM en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros en el proyecto Quellaveco.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los costos de construcción con metodología tradicional en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros.
- Analizar los costos asociados a la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros utilizando la metodología BIM.
- Identificar y cuantificar las variaciones de costos entre la metodología BIM y la metodología tradicional.
- Comparar los costos totales derivados de ambas metodologías para determinar las ventajas económicas y operativas de la implementación del BIM.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La implementación de la metodología BIM optimiza los costos en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros en el proyecto Quellaveco, en comparación con la metodología tradicional.

1.6.2. Hipótesis específicas

- La metodología tradicional genera mayores costos en comparación con la metodología BIM en la construcción del taller de mantenimiento.

- La metodología BIM reduce los costos asociados al diseño, planificación y ejecución del taller de mantenimiento.
- Las variaciones de costos entre la metodología BIM y la metodología tradicional permiten identificar oportunidades de ahorro en recursos y tiempos de ejecución.
- La metodología BIM ofrece ventajas económicas y operativas significativas frente a la metodología tradicional en el desarrollo del proyecto.

1.7. Variables y Operacionalización de variables

La implementación de BIM permite la detección temprana de interferencias entre disciplinas, reduciendo costos asociados a retrabajos. Este ahorro puede cuantificarse y compararse con métodos tradicionales

1.7.1 Variables

Variable Independiente: Implementación de la Tecnología BIM

BIM permite una colaboración eficiente entre los actores involucrados, optimizando los procesos de diseño, planificación, ejecución y mantenimiento del proyecto. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021). Asimismo, el estándar ISO 19650 destaca que BIM promueve la digitalización y la organización colaborativa de la información, reduciendo errores y mejorando la toma de decisiones (ISO, 2019).

Variable Dependiente: Ahorro en Costos

Se entiende como la reducción de costos asociados a la detección temprana de interferencias en las etapas iniciales de diseño y planificación de un proyecto. De acuerdo con Azhar (2011), la implementación de BIM puede generar ahorros de hasta un 20% del costo total del proyecto al evitar retrabajos y corregir conflictos antes de la ejecución. En esta misma línea, Saldías (2010) resalta que la detección temprana de interferencias reduce hasta un 30% los costos relacionados con ajustes imprevistos, optimizando los recursos empleados durante la construcción.

1.7.2. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de Variables

Variables	Definición	Definición	Operacionalización		Escala de Medición
	Conceptual	Operacional	Dimensiones	Indicadores	
V. I.: Análisis de costos basado en la metodología BIM	El estándar ISO 19650 destaca que BIM promueve la digitalización y la organización colaborativa de la información, reduciendo errores y mejorando la toma de decisiones (ISO, 2019).	Aplicación de la metodología BIM en el proyecto Quellaveco para estimar, controlar y comparar los costos respecto al método tradicional.	Proyección de gasto de horas hombre	Variación entre horas hombre estimados y horas hombre ejecutados	Razón
	V. D.: Reducción de costos	Se entiende como la reducción de costos asociados a la detección temprana de interferencias en las etapas iniciales de diseño y planificación de un proyecto (Azhar, 2011)	Comparación de costos directos e indirectos obtenidos mediante metodología tradicional vs. metodología BIM.	Costos directos (mano de obra, equipos) Costos por reprocesos y sobrecostos evitados.	Variación porcentual de costos directos entre metodología tradicional y BIM. Monto total de sobrecostos evitados mediante la aplicación de BIM.

1.8. Metodología de la Investigación

1.8.1. Unidades de Análisis

La unidad de análisis corresponde al taller de mantenimiento para camiones mineros del proyecto Quellaveco, considerando la información técnica y presupuestal disponible en los expedientes, así como los modelos desarrollados bajo la metodología BIM y los documentos de costos elaborados mediante el enfoque tradicional.

1.8.2. Tipo, Enfoque y Nivel de Investigación

- **Tipo de investigación:** Aplicada, ya que busca generar un conocimiento orientado a la solución práctica de un problema específico: la optimización de costos mediante BIM.
- **Enfoque:** Cuantitativo, porque se centra en la recopilación, análisis y comparación de datos numéricos relacionados con los costos obtenidos bajo ambas metodologías.
- **Nivel:** Descriptivo y comparativo, ya que describe los costos según cada metodología y los compara para establecer el impacto de BIM en la reducción de costos.

1.8.3. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación es no experimental y descriptivo. Es no experimental porque no se manipulan las variables de manera directa, sino que se observan y analizan tal como se presentan en los documentos y registros del proyecto. Es descriptivo porque el análisis se realiza en un periodo único de tiempo, considerando la información recopilada del caso de estudio.

1.8.4. Fuentes de Información

- **Fuentes primarias:** Reportes técnicos internos, metrados y presupuestos elaborados para el taller de mantenimiento en Quellaveco.
- **Fuentes secundarias:** Libros, artículos científicos, tesis, normas técnicas, publicaciones especializadas sobre BIM y costos en proyectos de construcción, así como documentos oficiales de la empresa minera y referencias de organismos internacionales.

1.8.5. Población y Muestra

- **Población:** La totalidad de la información técnica y presupuestal del proyecto Quellaveco vinculada a la construcción de talleres de mantenimiento.
- **Muestra:** Documentos específicos del taller de mantenimiento de camiones mineros, incluyendo el metrado, presupuestos y modelos BIM, seleccionados por su relevancia directa al objeto de estudio.

1.8.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- **Técnicas:**
 - Análisis documental: revisión de expedientes técnicos, metrados y presupuestos.
 - Observación indirecta: análisis de la información generada en el modelado BIM.
- **Instrumentos:**
 - Fichas de recolección de datos.
 - Cuadros comparativos de costos.
 - Software especializado BIM (Revit, Navisworks) para detección de interferencias.

1.8.7. Análisis y Procesamiento de Datos

La información recolectada será procesada mediante análisis comparativo entre la metodología tradicional y la metodología BIM. Se aplicará un tratamiento estadístico descriptivo (tablas, porcentajes y variaciones de costos) para identificar el impacto económico de BIM. Asimismo, se utilizará análisis porcentual de ahorros y variaciones de partidas, complementado con gráficos comparativos para visualizar las diferencias.

Capítulo II. Marco teórico y conceptual

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Tecnología BIM

Esta tecnología BIM es una metodología moderna permitiendo crear simulaciones digitales de diseño, resaltando que con la tecnología BIM pueden realizarse modelamientos digitales facilitando realizar simulación de realidad virtual, caminatas virtuales e incrementada que permite detectar fácilmente las tempranas interferencias, así como el de optimizar costos y recursos en este desarrollo de la infraestructura (IIMP, 2021). Asimismo, es una herramienta que permite visualizar de manera más sencilla y fácil los documentos que son digitales de un proyecto, lo cual, de esta manera se pueda operar en las diversas fases del proyecto y así se pueda evitar y disminuir las deficiencias constructivas (Junqui et al., 2022).

2.1.2. Adopción de BIM en el Perú.

El enfoque BIM ingresó al Perú en 2014 de la mano de grandes empresas, dos años antes de que sus ventajas y matrices apenas comenzaran a emerger. El inicio de la implementación de BIM en el país ha sido facilitado por las nuevas tecnologías informáticas, que son los principales desafíos de la actualidad. De propiedad privada, Perú El futuro de BIM depende de que los jóvenes profesionales de la construcción y la ingeniería estén bien educados sobre el uso y los beneficios de BIM de manera integral y de calidad (Yucra, 2020).

2.1.3. Fundamentos de la Metodología BIM

La metodología BIM no se trata solo de hacer modelos en 3D; va mucho más allá. Es integrar toda la información y que todos los involucrados en el proyecto trabajen juntos de manera coordinada. Básicamente, BIM es un proceso que ayuda a crear y manejar toda la info digital durante todo el ciclo de vida de una construcción, desde la etapa de diseño hasta el mantenimiento final (Azhar et al., 2020).

2.1.4. La Optimización de Costos en la Construcción

Se refiere a un enfoque estructurado que busca optimizar costos en todas las fases del proyecto, sin afectar la calidad. BIM se reconoce como una herramienta clave para aumentar la eficiencia y disminuir gastos en la construcción, gracias a la generación de modelos digitales precisos que minimizan los desperdicios y mejoran la gestión y planificación de recursos (Liu et al., 2020).

2.1.5. Beneficios Adicionales de BIM en la Optimización de Costos

Según Sharma et al. (2020) La precisión que ofrece BIM permite detectar riesgos financieros y operativos desde el principio, lo que ayuda a tomar decisiones antes de que los problemas se vuelvan grandes y, de paso, a evitar gastos inesperados. Además, al sumar tecnologías de sostenibilidad y eficiencia energética dentro de los modelos BIM, se pueden disminuir los costos de operación a largo plazo (Wang & Zhang, 2021).

2.1.6. Impacto de BIM en la Sostenibilidad y la Eficiencia Energética

BIM te da la posibilidad de simular cómo va a funcionar la energía en el edificio, ayudando a optimizar el consumo y a usar mejor los recursos durante toda la vida del proyecto. Según Zhang et al. (2020), incluir la eficiencia energética dentro de los modelos BIM puede traer ahorros significativos a largo plazo, no solo en lo que se gasta operando el edificio, sino también en reducir el impacto ambiental.

2.1.7. Proceso de Implementación de BIM en la Construcción

Según Memon et al. (2021), para que BIM funcione bien, primero hay que capacitar a los equipos, definir cómo se va a manejar la información y lograr que los distintos profesionales trabajen coordinados. También es clave que todos los involucrados estén comprometidos con el proceso para que realmente dé resultados. Esto implica etapas como crear los modelos de información, coordinarse entre disciplinas, hacer simulaciones y evaluar lo que se va logrando. Así, los equipos pueden manejar mejor los costos, los tiempos y la calidad del proyecto (Hammad & Zhang, 2020).

2.1.8. Reducción de Riesgos con BIM

Según Memon et al. (2020), la capacidad de BIM para realizar simulaciones y modelado de escenarios permite anticipar riesgos asociados al diseño y la construcción de manera más precisa. Los modelos 3D y 4D facilitan a los gestores de proyectos la identificación de riesgos tanto en seguridad como en costos. Por ejemplo, al simular las condiciones operativas en el sitio, se pueden evaluar potenciales peligros laborales y aplicar medidas preventivas de forma proactiva.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Tecnología

Se fundamenta en la aplicación estructurada de un conjunto de técnicas y conocimientos específicos, orientados a alcanzar un objetivo definido o resolver un problema particular. Estos procesos se ejecutan de manera organizada a lo largo del tiempo, con el propósito de satisfacer una necesidad concreta de forma eficiente (Roldán, 2020).

2.2.2. Proyecto de inversión pública

La ejecución de estos proyectos va a requerir varias herramientas que aseguren que las actividades y obras públicas se hagan bien, siguiendo ciertos estándares. La idea es mejorar cómo se entregan los servicios y bienes públicos, para que, al final, la calidad de vida de la gente sea mejor (Soto, 2021).

2.2.3. Proyecto de inversión privado

Este tipo de proyecto busca un mejoramiento de condiciones de vida que afecta a las personas, definiéndose como recursos en actividades donde se esperan adquirir beneficios adicionales en un tiempo determinado, teniendo en cuenta elementos como recursos, actividad, beneficios y periodo de tiempo (Riffo, 2023).

2.2.4. Herramientas BIM

Las herramientas BIM son transmisores, receptores y procesadores de información utilizados en el proceso BIM asociado a la plataforma BIM (Arévalo y Soto, 2022).

2.2.5. Costo- beneficio

Metodología la cual permite tomar las mejores decisiones en cualquier campo enfocado a conocer si el proyecto es rentable o no al tomar una decisión (Aguilera, 2017).

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

3.1. Tipo y Diseño de la Investigación

Esta investigación es de tipo descriptivo y exploratorio, ya que este tipo de investigación realiza un estudio a más profundidad para que se evalúe la eficiencia de esta implementación de la tecnología BIM, de tal manera que se pueda determinar sus impactos producidos y a la misma vez analizar su costo-beneficio. Esta investigación en cuanto al tipo descriptivo consta en la ejecución cuando se va a describir en todos los elementos principales de esta investigación (Guevara et al., 2020). Por otro lado, esta investigación exploratoria se emplea para que estudie el problema que no se encuentra definido claramente, llevándose a cabo para que se comprenda mejor (Velásquez. 2023).

Es diseño no experimental, porque se basa en analizar datos que ya teníamos, sacados directamente de nuestros archivos, sin modificar ni manipular ninguna variable. Con este enfoque, simplemente se observa lo que pasó en la realidad, tal como ocurrió, sin intervenir en los procesos. Los datos vienen de registros que se levantaron durante el proyecto en Quellaveco, como reportes técnicos, cronogramas, métricas de desempeño y otra información importante. La idea es trabajar con estas tablas preexistentes para encontrar patrones, tendencias y resultados, sin cambiar nada de las condiciones originales, asegurando así un análisis objetivo y basado en datos reales (Mata, 2019).

Es de enfoque cuantitativo porque se centra en medir y analizar datos numéricos relacionados con los costos y ahorros que trajo la implementación de BIM en el proyecto Quellaveco. Básicamente, se trata de recoger y analizar números para entender mejor y cuantificar las variables que afectan el fenómeno que estamos estudiando (Vizcaíno et al., 2023).

3.2. Población y muestra

La población del presente se centra en proyecto Quellaveco, donde implementaron la tecnología BIM para la gestión y optimización de costos.

3.3. Técnicas e instrumentos

3.3.1. Técnicas

En este estudio se emplearon dos técnicas principales: la observación directa y el análisis documental. Estas metodologías permitieron evaluar la implementación de la tecnología BIM en el proyecto Quellaveco, basándose en datos recopilados y analizados en su contexto operativo real.

3.3.2. Instrumentos

Se utilizaron dos instrumentos principales: una guía para el análisis documental y una guía para la entrevista, los cuales facilitaron la estructuración y validación precisa de la información recopilada.

3.3.3. Guía de análisis documental

Este instrumento facilitó la recopilación, organización y análisis de datos sobre la implementación de la tecnología BIM en el proyecto Quellaveco (ver Anexo 1). De acuerdo con Martínez et al. (2023), consiste en un proceso sistemático para extraer, clasificar y seleccionar información relevante contenida en documentos técnicos, reportes de desempeño, cronogramas y demás registros oficiales.

3.3.4. Guía de entrevista

Se utilizó principalmente como un instrumento de validación para confirmar los efectos de la implementación de la metodología BIM en el proyecto (ver Anexo 1). Esta permitió verificar mejoras en los procesos, identificar la percepción de los involucrados y contrastar la información documental con la experiencia directa de los actores del proyecto. Según el Ministerio de Educación (MINEDU, 2020), es una herramienta organizada con preguntas puntuales para sacar información clave sobre el tema que se está estudiando. En este caso, se usaron preguntas clave que ayudaron a confirmar los beneficios de la metodología, sumando así al análisis documental una validación más cualitativa.

3.4. Unidad de Análisis

Para esta investigación viene a ser la tecnología BIM en el proyecto Quellaveco, ya que es lo que se llegó a determinar. Esta unidad de análisis representa a un objeto a medir,

es decir, que se concreta donde se aplicará estas herramientas de medición (Hernández et al., 2014).

3.5. Desarrollo de la investigación

Para el desarrollo de la tesis se consideran 3 procesos importantes como son:

Figura 1

Desarrollo de la Investigación



Nota. Elaboración propia

3.5.1. Recopilación de información

El primer paso consistió en el análisis de la información recopilada mediante la guía de entrevistas. Estas entrevistas tuvieron como finalidad validar la viabilidad de la metodología y evaluar el nivel de efectividad en su implementación dentro del proyecto. A continuación, se presentan de forma detallada las respuestas obtenidas, aportando una perspectiva cualitativa basada en la experiencia de los participantes.

Además, se incorporó información relevante proveniente de publicaciones vinculadas al tema de estudio. Para ello, se aplicó un método sistemático que garantiza la calidad y pertinencia de los datos analizados. Es importante destacar que los valores presentados en los cuadros provienen exclusivamente de registros propios, lo que permite asegurar la precisión y confiabilidad de la información utilizada en la investigación.

Figura 2

Pasos en la Recolección de Datos

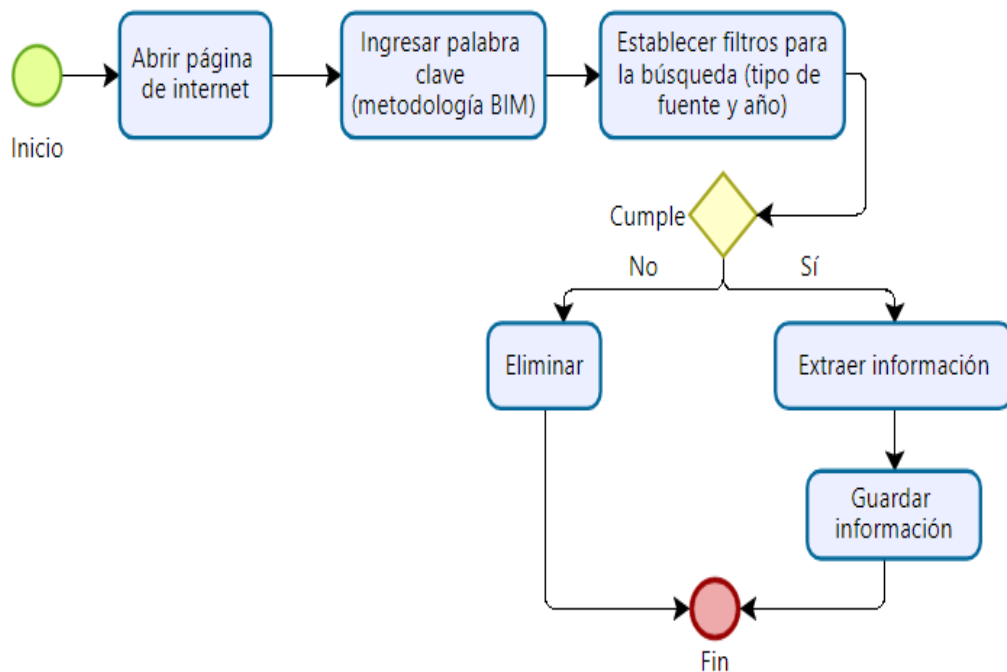


Nota. Elaboración propia

Pasos que se siguieron para elegir la información ya existente y que tiene que ver directamente con el tema de investigación.

Figura 3

Selección de Información



Nota. Elaboración propia

3.5.2. Delimitar el campo de estudio

Para definir bien el alcance del estudio, se tomaron en cuenta aspectos clave extraídos de información relevante de los archivos de Truck Shop y de las tarifas de equipos. Además, se llevó a cabo una entrevista con especialistas del sector, lo que permitió confirmar que la metodología BIM no solo es viable, sino también aplicable en los proyectos analizados.

Los criterios de selección incluyen:

- **Tipo de proyecto:** Debe estar alineado con la temática de la investigación.
- **Periodo de ejecución:** Se analizarán proyectos recientes dentro de un marco temporal adecuado.
- **Uso de metodología BIM:** Se evaluará la aplicabilidad y el tiempo de implementación en los proyectos considerados, validando su funcionalidad a través de la entrevista realizada.

Asimismo, en la revisión de literatura se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

Las publicaciones no deben exceder los 10 años de antigüedad.

La línea de investigación debe estar orientada al tema de estudio.

La base de datos de origen debe ser confiable y reconocida en el ámbito académico o técnico.

3.5.3. Criterios para la selección de documentos:

Autor

Año de publicación

Título

Tipo de documento

Fuente o URL

3.5.4. *Análisis de la información*

Se lleva a cabo un análisis comparativo utilizando la información recopilada de las bases de datos y los resultados obtenidos a partir de las respuestas proporcionadas por los expertos en la metodología BIM. De este modo, se identifican los beneficios derivados de la implementación de dicha metodología.

Capítulo IV. Resultados

4.1. Resultados, Contratación de Hipótesis y Discusión Resultados

4.1.1. Evaluación de metodología tradicional en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros.

Para la evaluación de costos con metodología tradicional, se llevó a cabo un análisis minucioso siguiendo estos pasos:

Desglose de Costos Los costos se presentan organizados en cuatro categorías principales, como se muestra a continuación:

Tabla 2

Costos de la Metodología Tradicional

Concepto	Costo (USD)
Mano de Obra	2,552,634.80
Equipos	1,898,325.23
Materiales	1,728,196.00
Subcontratos	792,333.00
Procura	7,710,234.00
Costo Total	14,681,723.03

Nota: Elaboración propia.

La tabla 1 evidencia cómo se distribuyen los costos en la construcción bajo la metodología tradicional. El mayor gasto se concentra en la procura, que supera la mitad del presupuesto total con más de siete millones de dólares. En segundo lugar, destacan los costos de mano de obra y equipos, que en conjunto representan una parte significativa del desembolso, reflejando la fuerte dependencia de personal especializado y maquinaria. Los materiales también muestran un valor considerable, aunque menor en comparación con los anteriores, mientras que los subcontratos ocupan el rubro de menor peso. En total, el proyecto alcanza cerca de 14.7 millones de dólares, dejando entrever que este enfoque tradicional tiende a generar altos costos en logística y recursos humanos, lo que puede limitar la eficiencia del proceso.

Metodología de Cálculo. Para la estimación de los costos, se ha utilizado la siguiente metodología paso a paso:

Identificación de los Rubros de Costos: Se han clasificado los gastos en cinco categorías clave: mano de obra, equipos, materiales, subcontratos y procura.

Determinación del Costo de Mano de Obra: Se ha calculado el costo de los trabajadores con base en las tarifas horarias y la cantidad de horas estimadas para completar la obra.

Cálculo del Costo de Equipos: Se ha considerado el alquiler y uso de maquinaria necesaria para la construcción, basado en las tarifas unitarias establecidas.

Estimación del Costo de Materiales: Se han sumado los costos de adquisición de los insumos esenciales para la obra.

Cálculo del Costo de Subcontratos: Se han incorporado los costos de servicios tercerizados requeridos para completar la construcción.

Procura: los costos asociados a la adquisición, logística y gestión de materiales, equipos y suministros esenciales para la ejecución del proyecto

4.1.2. Cálculo de Costos de Equipos y Maquinaria

El costo de equipos y maquinaria se estimó según las horas de uso proyectadas y las tarifas de alquiler por hora de cada equipo.

Procedimiento: Se identificaron los equipos esenciales para la construcción del taller de mantenimiento, considerando excavaciones, izaje de estructuras y compactación del terreno.

- Se definieron las horas máquina (HM) necesarias para cada equipo con base en el cronograma de ejecución.
- Se aplicaron las tarifas de mercado, incluyendo costos de mantenimiento, combustible y operarios especializados.

Tabla 3*Costos de hora máquina*

Tipo de Actividad	N° Equipos	Hora Maquina (HM)	Costo Total Diario (USD)	Costo Total Mensual (USD)
Equipo Movimiento de Tierra	14	77	5837.31	175,119.75
Equipos Obras de Concreto	6	36	2957.66	88,729.61
Equipos Obras Electromecánicas	41	246	4,028.5	118,663.44
Total, general	61	359	12,823.47	263,849.36

Nota: Elaboración propia

La tabla 2 muestra los costos de hora máquina según el tipo de actividad ejecutada en la obra. Los equipos de movimiento de tierra, con 14 unidades, representan el mayor gasto mensual, superando los 175 mil dólares. Le siguen los equipos electromecánicos, que, aunque más numerosos, alcanzan un costo de 118 mil dólares. Los equipos de concreto registran el menor valor, cercano a 88 mil dólares. En total, el uso de maquinaria genera un gasto mensual de 263,849.36 dólares, lo que resalta la importancia de optimizar su planificación para controlar costos.

Nota. Se tomaron en cuenta las tarifas de arriendo/ costo por equipo de trabajo y tarifa para equipo en stand by.

Cálculo de costo de equipos (HM).**Tabla 4***Costos de Hora Máquina.*

Costo de horas maquina (mes)	Monto (USD)
Gasto mensual	263,849.36
Gasto total	1,873,775.00
Meses aproximados	7 meses

Nota: Elaboración propia.

Nota. El análisis indica que el presupuesto disponible cubriría con exactitud 7 meses completos de gasto. Este dato es útil para la planificación financiera y cronograma

de actividades de la obra, ya que permite prever el momento exacto en el cual será necesario gestionar un nuevo desembolso o ajustar los recursos.

4.2. Análisis de los costos asociados a la construcción de un taller de mantenimiento utilizando la metodología BIM.

Se estima que la implementación de BIM reduce los costos directos en un **15%** debido a la optimización en el uso de materiales, reducción de desperdicios y mejor planificación. La siguiente tabla muestra la reducción en costos obtenida con BIM:

Tabla 5

Costos Metodología BIM

Elemento	Costo Tradicional (USD)	Reducción (%)	Costo con BIM (USD)
Materiales de Construcción	1,728,196.00	0%	1,728,196.00
Mano de Obra	2,552,634.81	15%	2,169,739.58
Maquinaria y Equipos	1,898,325.23	15%	1,613,576.45
Subcontratos	792,333.00	15%	673,483.05
Procura	7,710,234.00	0%	7,710,234.00
Costo Total	14,681,723.04	5.36%	13,895,229.08

Nota: Elaboración propia.

Nota. La reducción del 15% se calculó aplicando un factor de mejora basado en estudios previos y análisis comparativos de proyectos ejecutados con BIM. Se optimizaron los procesos de adquisición de materiales mediante simulaciones digitales, minimizando desperdicios y maximizando el aprovechamiento de insumos. La eficiencia en la planificación permitió reducir los tiempos improductivos, optimizando la mano de obra y los equipos.

4.3. Cuantificar las variaciones de costos entre la metodología BIM y la metodología tradicional.

4.3.1. Metodología de comparación

Para establecer una comparación objetiva entre ambas metodologías, se analizaron los mismos elementos constructivos bajo dos escenarios distintos:

Tabla 6*Metodología Comparativa de los Dos Escenarios.*

Escenario 1	Escenario 2
Metodología tradicional (sin integración digital avanzada).	Metodología BIM (con modelado digital y simulación de procesos constructivos).
Materiales de construcción.	
Mano de obra.	
Maquinaria y equipos.	
Procura.	

Fuente: elaboración propia.

Los costos indirectos, tales como permisos, supervisión, seguros, medidas ambientales, entre otros, se mantuvieron constantes en ambos casos, dado que su variación no está directamente condicionada por la metodología aplicada.

4.3.2. Análisis comparativo

La implementación de la metodología BIM ha permitido reducir costos directos en un 15% promedio en cada uno de los rubros clave. Esta disminución se justifica por una mejor gestión de los recursos, reducción de retrabajos, mejora en la precisión de las cantidades de obra y una coordinación anticipada de interferencias técnicas mediante modelos tridimensionales y simulaciones.

A continuación, se presentan los resultados cuantificados:

Tabla 7*Comparación de Costos Entre Metodología Tradicional y BIM*

Elemento	Costo Tradicional (USD)	Costo con BIM (USD)	Ahorro (USD)	Reducción (%)
Materiales de Construcción	1,728,196.00	1,728,196.00	0	0%
Mano de Obra	2,552,634.81	2,169,739.58	365,734.65	15%
Maquinaria y Equipos	1,898,325.23	1,613,576.45	281,066.25	15%
Subcontratos	792,333.00	673,483.05	118,849.95	15%
Procura	7,710,234.00	7,710,234.00	0	0%
Costo Total	14,681,723.04	13,895,229.08	786,493.96	5.36%

Nota: Elaboración propia.

La Tabla 7 presenta la comparación de costos entre la metodología tradicional y la metodología BIM, evidenciando un ahorro total de 786,493.96 dólares, equivalente al 5.36 % del presupuesto. Las reducciones más significativas se encuentran en mano de obra, maquinaria y subcontratos, cada uno con una disminución del 15 %, mientras que los costos de materiales y procura permanecen sin variación. El mayor impacto se observa en la mano de obra, con un ahorro superior a 365 mil dólares. Los resultados muestran con claridad que BIM realmente ayuda a aprovechar mejor los recursos y a evitar esos retrabajos que, al final, siempre salen caros en tiempo y plata. En pocas palabras, BIM se posiciona como una alternativa mucho más eficiente y rentable, sin comprometer la calidad del proyecto.

4.3.3. Análisis técnico del ahorro

En total, se calculó un ahorro de USD 786,493.96, que representa un buen beneficio económico para el proyecto. Lo importante es que este ahorro se logró sin comprometer la calidad de la construcción ni el cumplimiento de los estándares técnicos. A continuación, te mostramos cómo se reparte ese ahorro.

- **Optimización de materiales:** La metodología BIM permite calcular con exactitud las cantidades necesarias, evitando sobrecompras y desperdicios. Además, facilita la planificación de cortes, uso de sobrantes y reutilización de recursos.
- **Reducción de costos en mano de obra:** Al tener una programación precisa y modelos constructivos visuales, se evitan errores en obra y se reduce el tiempo ocioso de operarios. La secuencia constructiva se optimiza, reduciendo jornadas extendidas y trabajos duplicados.
- **Eficiencia en el uso de maquinaria:** BIM permite simular las actividades del proyecto, lo que facilita la asignación precisa del uso de maquinaria pesada, evitando tiempos muertos y programando mantenimientos de manera eficiente.

4.4. Comparación de los costos totales derivados de ambas metodologías.

La comparación de costos totales entre la metodología tradicional y la metodología BIM se centra en los cuatro rubros principales: mano de obra, maquinaria y equipos, materiales de construcción, y logística. A partir de los datos obtenidos en el modelado del taller de mantenimiento para camiones mineros en el proyecto Quellaveco, se establecieron los siguientes valores:

4.4.1. Comparación de Costos Totales (USD)

Tabla 8

Diferencia de Cada Costo.

Rubro	Tradicional (USD)	BIM (USD)	Diferencia (USD)	Ahorro (%)
Materiales de Construcción	1,728,196.00	1,728,196.00	0.00	0%
Mano de Obra	2,552,634.81	2,169,739.58	382,895.22	15%
Maquinaria y Equipos	1,898,325.23	1,613,576.45	284,748.78	15%
Subcontratos	792,333.00	673,483.05	118,849.95	15%
Procura	7,710,234.00	7,710,234.00	0.00	0%
Costo Total	14,681,723.04	13,895,229.08	786,493.96	5.36%

Nota: Elaboración propia.

La Tabla 8 detalla las diferencias de costos entre la metodología tradicional y BIM, mostrando un ahorro total de 786,493.96 dólares, equivalente al 5.36 %. Las mayores reducciones se concentran en mano de obra, con más de 382 mil dólares, seguida de maquinaria y equipos con 284 mil, y subcontratos con casi 119 mil dólares, todos con un 15 % de disminución. En contraste, los rubros de materiales y procura no presentan variación alguna. Este análisis confirma que la optimización lograda con BIM se focaliza en los recursos humanos y el uso de equipos. En conjunto, los resultados evidencian una mejora significativa en la eficiencia y la gestión de costos del proyecto.

4.4.2. Ahorro económico de trabajos adicionales (con valores reales de proyecto)

En este apartado se aborda el ahorro económico obtenido a través de la reducción de trabajos adicionales en diversas áreas del proyecto. Gracias a una planificación adecuada y una ejecución eficiente, se lograron evitar costos adicionales en actividades

como el movimiento de tierras, las estructuras, la instalación de sistemas mecánicos como el portón eléctrico del taller de camiones, el piping y las instalaciones sanitarias. Estos ahorros contribuyeron significativamente a la optimización de los recursos y al cumplimiento de los plazos establecidos, mejorando la eficiencia general del proyecto.

Anexos 3.

Tabla 9

Conceptos de Ahorros Reales del Proyecto.

Concepto de ahorro adicional	Mano de obra (USD)	Maquinaria y equipos (USD)	Total, USD
Movimiento de Tierras	64318.725	18508.84	82827.565
Estructuras Metálicas	28280.36	4114.91	32395.27
Mecánica	3646.15	0.00	3646.15
Piping	18158.57	1926.48	20085.05
Total	114,403.8	24,550.2	138,954.20

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 9 muestra los ahorros reales alcanzados en distintas actividades del proyecto gracias a la aplicación de la metodología BIM. Los mayores beneficios se reflejan en el movimiento de tierras, con más de 82 mil dólares, y en las estructuras metálicas, que alcanzan un ahorro superior a 32 mil dólares. En menor medida, también se evidencian reducciones en las áreas de mecánica y piping. En total, los ahorros adicionales suman 138,954.20 dólares, combinando mano de obra y equipos. Estos resultados confirman que BIM no solo reduce costos globales, sino que también genera beneficios específicos en actividades clave del proceso constructivo.

Tabla 10*Ahorros Estimados*

Concepto de ahorro adicional	Costo tradicional (USD)	Ahorro estimado (USD)	Ahorro estimado (%)
Arquitectura	505,630.70	0.00	0.00%
Mov. Tierras	56,650.34	3,646.15	6.44%
Concreto	527,300.30	0.00	0.00%
Estructuras M.	2,602,794.60	82,827.57	3.18%
Mecánica	285,756.46	32,395.27	11.34%
Piping	291,654.69	20,085.05	6.89%
E&I	181,173.30	0.00	0.00%
Total, Ahorros Adicionales	S/ 4,450,960.38	138,954.04	3.12%

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 10 presenta los ahorros estimados por disciplina en la construcción del proyecto al aplicar la metodología BIM. Se observa que las estructuras metálicas concentran el mayor ahorro absoluto, con más de 82 mil dólares, aunque su porcentaje es moderado (3.18 %). En términos relativos, la mayor eficiencia se logra en mecánica, con un 11.34 % de reducción, seguida por piping (6.89 %) y movimiento de tierras (6.44 %). En contraste, arquitectura, concreto y electricidad no registran variaciones significativas. En conjunto, los ahorros adicionales alcanzan 138,954.04 dólares, lo que representa un 3.12 % del presupuesto, confirmando el impacto positivo de BIM en áreas técnicas específicas.

Figura 4

Gráfico Circular de Ahorro en Costo por Disciplina Usando BIM

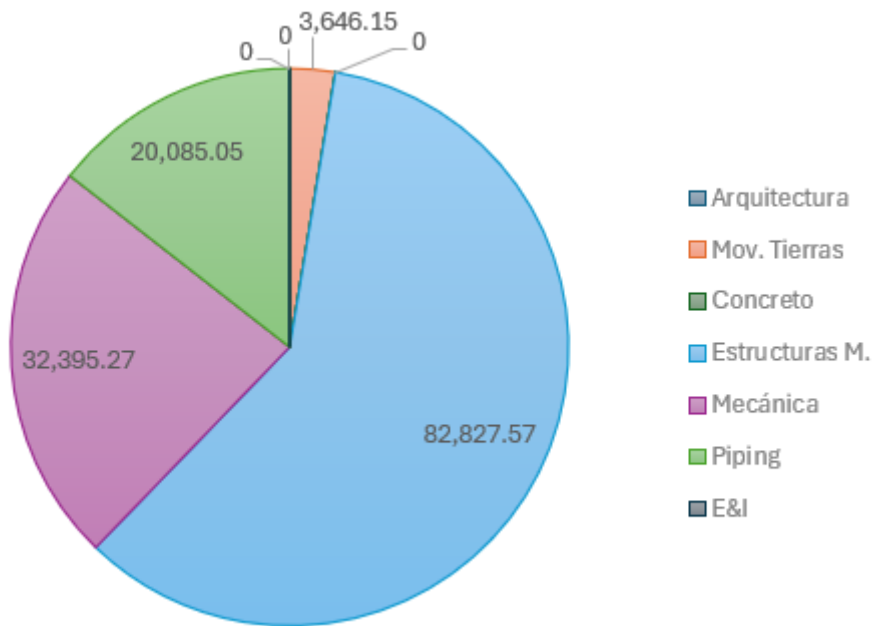
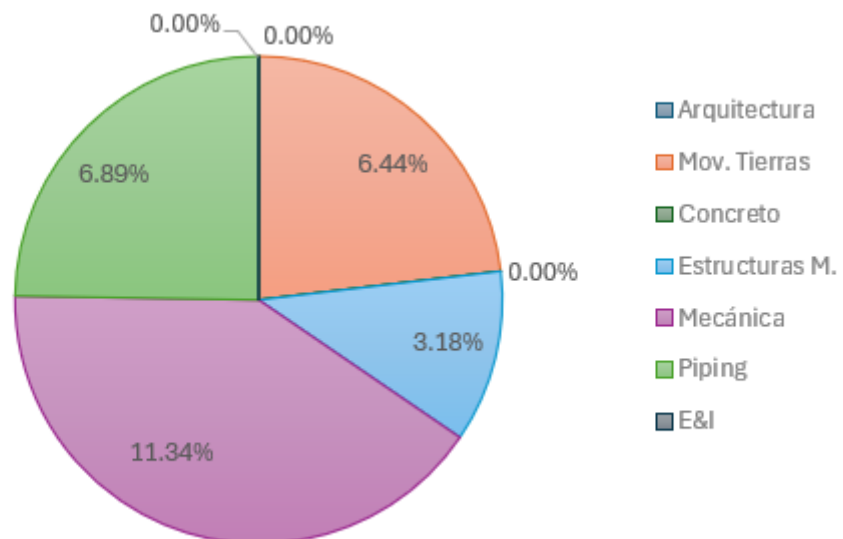


Figura 5

Gráfico Circular de Porcentaje de Ahorro en Costo por Disciplina Usando BIM



Del análisis de gráfico circular se observa que la disciplina con mayor ahorro en términos absolutos fue "Estructuras Metálicas", con un monto de USD 82,827.57, lo que

representa un ahorro moderado del 3.18%. Esto sugiere que la metodología aplicada permitió una optimización efectiva en el diseño, fabricación o montaje de los elementos estructurales, aunque el margen porcentual sea relativamente bajo debido al alto valor base de esta partida.

Por su parte, la disciplina de “Mecánica” reportó el mayor ahorro relativo, con un 11.34% de reducción equivalente a USD 32,395.27. Este resultado podría deberse a una integración tardía pero eficaz en el modelo digital, lo cual permitió identificar oportunidades de ajuste y eficiencia en la selección o distribución de equipos.

Disciplinas como “Piping” (6.89%) y “Movimiento de Tierras” (6.44%) también reflejaron reducciones significativas. Estas mejoras podrían atribuirse al uso de modelado tridimensional colaborativo, que favoreció la detección temprana de interferencias y evitó sobredimensionamientos en la planificación de redes y volúmenes de excavación.

En contraste, las disciplinas de “Arquitectura”, “Concreto” y “E&I” no reportaron ningún ahorro. Esto puede indicar que dichas áreas ya contaban con condiciones optimizadas desde el diseño inicial, o que no se incorporaron mejoras relevantes durante el proceso de modelado o coordinación interdisciplinaria.

En conjunto, el ahorro global estimado del proyecto fue del 3.12%, equivalente a USD 138,954.04, lo cual representa una mejora significativa sin comprometer la calidad técnica ni funcional del proyecto.

Discusiones

Al analizar los costos del proyecto bajo el enfoque tradicional, se identificó una carga económica elevada en la disciplina de estructuras, esto debido al tipo de proyecto donde predomina las estructuras metálicas del edificio del Taller de mantenimiento, que superó el 50 % del total (4,450,960.38). La falta de integración y la escasa previsión de interferencias generaron sobrecostos evitables, lo que confirma las limitaciones de esta metodología en proyectos de alta exigencia. Como menciona Eastman et al. (2020), Los métodos tradicionales suelen acumular errores porque son demasiado lineales y poco flexibles, lo que termina retrasando la obra y subiendo los costos. En este caso quedó claro que planificar solo con cronogramas rígidos y sin apoyarse en herramientas digitales no garantiza que todo salga bien. Además, no se detectaron fallos antes de empezar, lo que llevó a pérdidas económicas. Esto explica por qué los enfoques convencionales ya no funcionan tan bien en proyectos grandes o complejos, como los que hay en minería.

La aplicación de la metodología BIM en el proyecto evidenció una mejora significativa en la gestión de recursos y una reducción notable de costos. Esto se atribuye a la capacidad de BIM para consolidar en un entorno digital integrado las distintas disciplinas involucradas arquitectura, estructuras y sistemas electromecánicos facilitando una planificación más precisa y coordinada. Asimismo, esta integración permitió la detección temprana y corrección de errores en las fases iniciales, minimizando los impactos negativos durante la ejecución de la obra. Estos resultados coinciden con estudios previos que destacan la eficiencia de BIM en la coordinación interdisciplinaria y el control de costos. Como indican Barlish y Sullivan (2021), BIM ayuda mucho a que las distintas disciplinas se coordinen mejor y reduce bastante los errores durante la ejecución. En el caso de Quellaveco, se logró aprovechar mejor la maquinaria y la mano de obra, evitando tiempos muertos y que las tareas se solaparan. Además, las simulaciones digitales facilitaron tomar decisiones a tiempo, lo que ayudó a cumplir con los cronogramas sin que el presupuesto se salga de control. También, la metodología ofrece una visión más

clara del avance, lo que mejora la comunicación entre los equipos. Todo esto se traduce en una ejecución más eficiente, segura y con un control más firme, lo que impacta positivamente en los costos.

Al comparar de forma directa ambas metodologías, quedó claro que usar BIM realmente marca la diferencia en la optimización de costos: se logró una reducción del 3.12% en costos directos. Lo interesante es que este ahorro no afectó para nada la calidad de la construcción, lo que refuerza la idea de que el modelado digital es una herramienta muy efectiva tanto en la planificación como en la ejecución de obras. Azhar (2022) sostiene que BIM puede generar ahorros de hasta un 25% en proyectos industriales, principalmente porque permite anticiparse a errores, usar mejor los recursos y evitar desperdicios. Esa combinación hace que el proceso sea mucho más eficiente desde el arranque. En el presente estudio, los principales beneficios se observaron en la disminución de costos de mano de obra y uso de maquinaria, todos optimizados por una planificación más precisa. Si bien en los rubros de materiales y procura no se identificaron reducciones notorias, se evitó una serie de órdenes de cambio y retrasos operativos. Este resultado demuestra que invertir en modelado digital desde etapas tempranas no solo mejora la ejecución técnica, sino también la rentabilidad del proyecto.

La comparación entre la metodología tradicional y la aplicación de BIM evidenció una ventaja clara en términos de eficiencia económica y operativa. Con el uso de BIM, se logró una reducción directa en los costos principales del proyecto con un ahorro estimado del 3.12% relacionado con la disminución de retrabajos, mejor planificación y optimización de tiempos. El caso concreto de este beneficio fue el ahorro real de USD 138,954.04 en trabajos de movimiento de tierras, estructuras mecánicas, piping y sanitario que representa el 3.12% del presupuesto total ya mencionado. Aunque este porcentaje puede parecer reducido, es significativo al tratarse solamente de un edificio que forma parte de toda la configuración del Sistema de Mantenimiento de equipos mineros. Como afirman Wong et al. (2023), BIM permite prever errores antes de la ejecución y mejora la coordinación entre equipos, lo cual se traduce en menores costos imprevistos y una mayor capacidad de

cumplir con los plazos establecidos. Aunque rubros como procura y materiales no mostraron variaciones, el impacto general del uso de BIM se reflejó en una planificación más precisa, una ejecución más ordenada y una mejor toma de decisiones en cada etapa del proyecto.

Conclusiones

Después de evaluar los costos con la metodología tradicional, se identificaron limitaciones para proyectos multidisciplinarios complejos como el taller en Quellaveco, considerando la superposición de actividades y el área reducido disponible para la ejecución de la obra. Además, la ausencia de herramientas para anticipar errores genera sobrecostos innecesarios.

La implementación de BIM mejor significativamente la gestión de recursos en el proyecto. Gracias a modelos digitales y mejor planificación, se comprobó una disminución importante en los rubros de mano de obra, equipos y subcontratos, con reducciones cercanas al 3.12 %. Aunque en materiales y procura no se observaron cambios, la integración digital permitió mayor exactitud en los metrados y una reducción de retrabajos. El costo total bajo BIM se estimó en aproximadamente 14.5 millones de dólares, lo que representa un ahorro considerable frente al método tradicional.

El contraste de resultados entre ambas metodologías evidenció un ahorro global superior a 138 mil dólares, equivalente al 3.12% del costo directo del proyecto. Asimismo, se identificaron beneficios adicionales en áreas específicas como movimiento de tierras, estructuras metálicas, mecánica y piping, que en conjunto sumaron más de 138 mil dólares. Estos resultados reflejan que BIM permite un mejor aprovechamiento de los equipos, anticipa interferencias y facilita la coordinación de actividades.

La comparación de los costos finales confirma que BIM es una alternativa más rentable y eficiente que el método tradicional. El ahorro logrado, principalmente en mano de obra, equipos y subcontratos, supera los 138 mil dólares, lo que evidencia un uso más estratégico de los recursos disponibles. Aunque materiales y procura no presentaron diferencias, la planificación con BIM permitió una ejecución más ordenada y con menos riesgos de sobrecostos. En conjunto, se concluye que esta metodología garantiza un mejor

desempeño económico y técnico en proyectos de gran magnitud como el desarrollado en el proyecto del Taller de Mantenimiento de Quellaveco.

Recomendaciones

Se recomienda ir dejando de lado, poco a poco, las metodologías tradicionales, sobre todo en proyectos complejos donde la parte de procura suele ser costosa. Si desde el arranque se integran herramientas digitales, la coordinación entre equipos mejora bastante. Con eso se pueden evitar muchos errores y sobrecostos innecesarios. Además, se gana un mejor control sobre el presupuesto general.

Se recomienda empezar a usar la metodología BIM desde la fase de diseño en proyectos nuevos, porque así se pueden anticipar interferencias, mejorar la planificación de recursos y hacer que todo funcione más eficiente durante todo el ciclo del proyecto. También es súper importante darle prioridad a la capacitación del equipo en las herramientas BIM, para asegurar que la gestión sea más ordenada, fácil de seguir y, además, más sostenible desde el punto de vista económico.

Se sugiere realizar análisis comparativos entre la metodología BIM y los métodos tradicionales durante las etapas de planificación, con el objetivo de determinar cuál enfoque resulta más eficiente según las características específicas de cada proyecto. La documentación sistemática de estas diferencias permitirá fundamentar decisiones estratégicas y contribuirá a mitigar riesgos asociados a desviaciones presupuestarias durante la ejecución.

Se recomienda registrar y analizar los ahorros que se lograron al usar BIM en proyectos anteriores, porque esa información sirve como respaldo para justificar su uso en futuras inversiones. Además, cuando la metodología haya dado resultados positivos, lo mejor es replicarla en proyectos similares para garantizar que la eficiencia técnica y financiera se mantenga.

Referencias Bibliográficas

- Aguilera, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Revista cofin habana*, 11(2), 322-343.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2073-60612017000200022&lng=es&nrm=iso
- Al-Ashmori, Y., Othman, I., Rahmawati, Y., Amran, Y. M., Sabah, A., Rafindadi, U. y Mikić, M. (2020). BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(4), 1013-1019.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447920300344>
- Alean, D., Pedrozo, E. y Martínez, J. (2024). Impacto de la gestión de inventarios en la eficiencia operativa y reducción de costos de materia prima en el restaurante la corte casa de carnes [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio UCC. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/56366>
- Alzoubi, H. (2022). BIM as a tool to optimize and manage project risk management. *International Journal of Mechanical Engineering*, 7(1).
<https://research.skylineuniversity.ac.ae/id/eprint/192/>
- Amaya, M. y Sierra, J. (2021). *Análisis de comparación con la metodología BIM en proyecto de vivienda multifamiliar en el municipio de Acacias-Meta* [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle]. Repositorio Institucional LASALLE.
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1953&context=ing_civil
- Amórtegui, E. (2021). *Análisis comparativo de la implementación de la metodología BIM en un proyecto de vivienda en la ciudad de Bogotá* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional UDISTRITAL.
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/30211/AmorteguiGuzmanEstefania2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arévalo, A. y Soto, J. (2022). *Building Information Modeling (BIM) y su desarrollo en la industria de la construcción*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio

UDEP.

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5635/ICI_2208.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arrazabal, J. (2022). *Propuesta de transformación digital para implementar las tecnologías BIM en la construcción de los proyectos de minería* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional UTP. https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6325/J.Arrazabal_Programa_Especial_Titulacion_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.000012](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.000012)

Barboza, G. y Lizarbe, J. (2022). Metodología BIM-Lean para optimizar recursos en las partidas de estructuras en un proyecto multifamiliar de 20 niveles ubicado en el distrito de Jesús María, provincia y departamento de Lima. Lima [Tesis de grado, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio USMP. Obtenido de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/11689>

BIM en Minería: Obras de infraestructura con una precisión milimétrica | Alianza Bim. (2023, October 28). Alianza Bim. <https://alianzabim.com/blog/bim-mineria-obras-con-precision-milemetrica/>

Cáceres, K. y Dongo, L. (2019). *Evaluación de los beneficios al aplicar BIM en una obra multifamiliar en Lima Metropolitana en el año 2018-2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10842/Caceres_rk.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Calderón, G. y Peña, L. (2023). Aplicación de tecnologías BIM en la elaboración del presupuesto y la representación del cronograma de una unidad de ejecución en el proyecto “Mejoramiento de protección contra inundaciones en Piura y Castilla” [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio UDEP.

- https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/6136/ICI_2313.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cárdenas, M. (14 de octubre de 2022). BIM in Peru. *Bimacademy*.
<https://www.bimacademy.global/insights/digital-technologies/bim-in-peru/>
- Carmona, M. y Mata, E. (2020). Propuesta para la implementación de la metodología BIM en los proyectos de obra pública de Costa Rica. *Métodos & Materiales*, 10(1), 35-47. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7773382.pdf>
- Carrera, J. H. (2023). *Uso de la herramienta BIM en la evaluación de costos en proyectos mineros en Perú y Chile 2022*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/35926>
- Carrillo, J. y Rodríguez, S. (2019). *Evaluación de procesos y propuesta de implementación BIM mediante IDM para pequeñas empresas de ingeniería civil*. [Tesis de pregrado, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio UGC. <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5569/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cavka, H., Staub, S. y Poirier, E. (2017). Desarrollar requisitos de información del propietario para la entrega de proyectos y la gestión de activos habilitados para BIM. *Automatización en la construcción*, 83, 169-183. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580517307227>
- Chen, C. y Tang, L. (2019). BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance. *Automation in construction*, 107, 102944. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580519302481>
- Construir con eficiencia: qué es la metodología BIM y sus ventajas*. (2023, October 10). Blog | Escuela de Postgrado UTP. <https://www.postgradoutp.edu.pe/blog/a/que-es-la-metodologia-bim-conoce-su-impacto-y-ventajas/>

- Consultora Deloitte (2023). Digital twins: La digitalización replica el mundo físico para enriquecerlo. *GRUPO DATCO*. <https://www.grupodatco.com/digital-twins-la-digitalizacion/>
- Costa, C. y Ilha, M. (2017). Componentes BIM de sistemas prediais hidráulicos e sanitários baseados em critérios de desempenho. *Ambiente Construído*, 17, 157-174. <https://www.scielo.br/j/ac/a/tKMLt3GyKwFTF7byYL4kbNN/?lang=pt>
- Díaz, E. y Ríos, A. (2022). Comparación metodología BIM y tradicional en elaboración de expediente técnico, caso: I.E.I N°383 Comunidad Porvenir de Inayuga-Distrito Napo-Maynas-Loreto, 2022 [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional UCP. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/2002>
- Dos Santos, D., Ferreira, M. y Ferreira, M. (2023). Compatibility of design through BIM methodology. *Revista Ingeniería de Construcción*, 38(1). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732023000100080&lang=es
- Eldeep, A. M., Farag, M. A., y Abd El-hafez, L. M. (2022). Using BIM as a lean management tool in construction processes—A case study. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(2), 101556. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447921003075>
- Estévez, R. (2023). *NextGen: Gemelos digitales a través de modelo SaaS* [Tesis de posgrado, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional UCHILE. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/195891/Tesis%20-%20Rodrigo%20A.%20Este%CC%81vez%20Scheel%20-%20Parte%20I.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estrada, J. y Vejar, S. (2022). Implementación de la metodología BIM para reducir errores en la etapa de diseño del proyecto creación del servicio de investigación e innovación de los centros de Bioenergía y Tecnologías Ecológicas Racionales de la UNC, distrito de Bellavista, Callao-Perú 2022 [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional UTP.

- https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/7270/J.Estrada_S.Vejar_Tesis_Titulo_Profesional_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Esverri, A. (2021). CDE, ¿qué es un CDE o Common Data Environment? Espacio BIM. <https://www.espaciobim.com/cde>
- García, M., Torre Fragoso, C., Blázquez, E. y Martín, N. (2020). Integration strategies of the BIM methodology in the AEC sector from the University. *Workshop on educational innovation in architecture jida'20*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/331351/9437-10570-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, S., Paternina, J., León, J., Monroy, J., Mendoza, G. y Hincapié, A. (2020). Comparación de implementación CAD vs BIM para proyectos de construcción, arquitectura e ingeniería. *IDEA Construcción y Madera*, 2(2), 14-25. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/idea/article/view/3055>
- Gómez, M., Acevedo, S., Alvarado, L. y Iturra, R. (2023). Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción. *Tecnología en Marcha*, 36(7), 66-77. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9086662>
- Heaton, J., Parlikad, A. K., y Schooling, J. (2019). Design and development of BIM models to support operations and maintenance. *Computers in industry*, 111, 172-186. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361519300557>
- Huaricallo, Y. (2022). BIM implementation plan in building works in the design stage in the Provincial Municipality of Puno. *Journal of Civil, Construction and Environmental Engineering*, 7(3), 30-34. <https://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.jccee.20220703.12.pdf>
- IIMP (2021). *Antamina compartió experiencia sobre el uso del BIM en minería*. <https://iimp.org.pe/raiz/antamina-compartio-experiencia-sobre-el-uso-del-bim-en-mineria>
- Iparraguirre, S. G. (2022). Implementación de la metodología BIM para optimizar costos y tiempo en la carretera vecinal tramo Quiroga – Pacchanga, Cashapampa, Ancash.

- [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101501>
- Junqui, A., Cedeño, H., Santana, M. y Villamar, A. (2022). Análisis del sistema BIM en construcción de viviendas respecto al método tradicional en Manabí-Ecuador. *FIPCAEC*, 7(4), 2238-2255.
<https://fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/download/732/1319/>
- Kaschel, F. (2021). *Evaluación técnica de la implementación BIM en la planificación de proyectos de mejora o ampliación de la red de EFE*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio UCHILE.
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/182172/Evaluacion-tecnica-de-la-implementacion-BIM-en-la-planificacion-de-proyectos-de-mejora-o-ampliacion-de-la-Red-de-EFE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Leygonie, R., Motamedi, A. y Iordanova, I. (2022). Development of quality improvement procedures and tools for facility management BIM. *Developments in the Built Environment*, 11, 100075.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165922000096>
- Llumiquinga, E. y Parreño, P. (2022). Implementación de un gemelo digital utilizando sistemas embebidos y modelamiento 3D del módulo sorting aportando en la enseñanza de la UPS [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23067/1/UPS%20-%20TTS874.pdf>
- Loaiza, S. y Ramírez, A. (2022). Comparación entre la metodología tradicional en obra y la metodología BIM para la construcción del edificio “Bosa 601”, localizado en Bogotá (Colombia) [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional UCATOLICA.
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/de437377-17b1-438f-84ef-985f6e36ea52/content>

- Mamani, S. (2021). Aplicación de la metodología BIM para la mejora continua en el tiempo y costo en el proyecto de edificación (Lima-Perú): una revisión de la literatura científica. *Revista ingeniería de construcción*, 34(2).
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732019000200169&script=sci_arttext&lng=en
- Martínez, J., Palacios, G. y Oliva, D. (2023). Guía para la revisión y el análisis documental: propuesta desde el enfoque investigativo. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 19(1), 67-83.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8851658>
- MINEDU (2020). *Guía para el diseño y aplicación de entrevistas en profundidad*. Editorial Sineace. Obtenido de:
<https://repositorio.sineace.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12982/6437/Guia%20para%20el%20dise%C3%B1o%20y%20aplicaci%C3%B3n%20de%20entrevistas%20en%20profundidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno, F., Higuera, J., López, A., Bernal, Y. y Muñoz, J. (2020). Análisis de la implementación de metodología BIM en edificaciones de baja complejidad en Colombia, mediante IDM y mapas de procesos. *Revista Boletín Redipe*, 9(11), 165-191. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1122/1020>
- Mucha, L., Chamorro, R., Oseda, M. y Alania, R. (2020). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población. *Revista desafíos*, 12(1), 44-51.
<http://revistas.udh.edu.pe/index.php/udh/article/view/253e/189>
- Paucar, H. R. (2023). Ahorro económico generado por el bim, como medida de reducción de desperdicios, durante la ejecución del proyecto de edificación torre del parque II, en la empresa COSAPI, Lima 2020. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional UNSAM.
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5795>

- Pérez, S. y Cubas, J. (2022). Revisión sistemática de la implementación BIM basada en modelos de diseño para la construcción de obras viales. *Cuaderno activa*, 14(1).
<https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/1053/1650>
- Prieto, W., Mauricio, S., Páez, H. J., y Lozano, N. E. (2019). Proposal of a Tool for Integrating BIM and Financial Decisions in Construction Projects. *Ingeniería y Ciencia*, 15(29), 75-101.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-91652019000100075&lang=es
- Quintanilla, C. (2022). Plan estratégico para la implementación de la metodología BIM para lograr reducción de costos y plazos en proyectos menores en fase de construcción en ambiente colaborativo internacional para Minera Escondida LTDA [Tesis de posgrado, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional UCHILE.
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/191252/Plan-estrategico-para-la-implementacion-de-la-metodologia-BIM-para-lograr-reduccion-de-costos.pdf?sequence=1>
- Quisiguiña, D. y Buñay, M. (2021). Aplicación de la metodología BIM para la planificación de proyecto de construcción desde la etapa de factibilidad hasta la presentación de documentos al ente de regulación previo a la construcción. Vaso de estudio: Edificio Lluma, ubicado en la ciudad de Riobamba-Ecuador [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional PUCE.
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/19684>
- Quispe, A., Pinto, D., Huaman, M., Bueno, G. y Valle, A. (2020). Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con STAT y R. *Revista del cuerpo médico hospital nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 13(1), 1-6.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rcmhnaaa/v13n1/2227-4731-rcmhnaaa-13-01-78.pdf>
- Quispe, M. y Savedra, E. (2022). *Análisis del componente estructural de la obra: Coliseo Polideportivo Putina-Puno aplicando la tecnología BIM* [Tesis de pregrado,

- Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/102614>
- Ramirez, C. (2022). *¿Qué es la ISO 16739?* Biblus.
<https://biblus.accasoftware.com/es/que-es-la-iso-16739/>
- Retamozo, G. (2021). Implementación de la metodología BIM para mejorar la gestión y eficiencia de los proyectos en el área de diseño de la Central de Ingeniería de Planta Toquepala-Tacna 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. Repositorio Institucional UIGV.
http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/6094/TRSUFICIENCIA_Retamozo%20Torres%20Giancarlo%20Alfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Riffo, C. (09 de febrero de 2023). *¿Qué es un proyecto de inversión privado?* TELEDUC.
<https://teleduc.uc.cl/2023/02/09/proyecto-inversion-privado/>
- Roldán, P. (01 de marzo de 2020). Tecnología. *Economipedia*.
<https://economipedia.com/definiciones/tecnologia.html>
- Rubim, D., Carvalho, A., Nunes, V. y Hippert, M. A contribuição do bim para atendimento à norma de desempenho -nbr 15575. *VIII Encuentro latinoamericano de gestión y economía de la construcción*.
<https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/86/82>
- Saldias, R. (2010). *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM* [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio UCHILE. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103904/cf-saldias_rs.pdf;sequence=3
- Saldias, M. (2010). Análisis del impacto económico de la tecnología BIM en proyectos de construcción.
- Salinas, J. y Prado, G. (2019). Building Information Modeling (BIM) to manage design and construction phases of Peruvian public projects. *Building & Management*, 3(2), 48-59. http://polired.upm.es/index.php/building_management/article/view/3923

- Sandoval, L. (2021, May 26). *Ferreyros y Quellaveco a la vanguardia de la tecnología en la minería peruana*. Ferreyros. <https://www.ferreyros.com.pe/noticia/ferreyros-y-quellaveco-a-la-vanguardia-de-la-tecnologia-en-la-mineria-peruana/>
- Soto, R. (2021). Eficiencia en la ejecución de proyectos de inversión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(2), 1726-1739. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/378>
- Vásquez, G. y Ullauri, M. (2024). *Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Centro de Interpretación cultural Pifo, Rol BIM MANAGER* [Tesis de pregrado, Universidad Internacional SEK]. Repositorio UISEK. <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/5404>
- Vizcaíno, P., Cedeño, R. y Maldonado, I. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina*, 7(4), 9723-9762. <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658>
- Yucra, M. (2020). Análisis de aplicación de tecnologías BIM para la optimización de la constructabilidad en proyectos de ingeniería civil en la ciudad de Arequipa, 2019 [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8078/3/IV_FIN_105_TI_Yucra_Ramos_2020.pdf
- Yucra, M. (2020). Análisis de aplicación de tecnologías BIM para la optimización de la constructabilidad en proyectos de ingeniería civil en la ciudad de Arequipa, 2019 [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8078>
- Zabalaga, J. (2021). *Implementación de un plan de ejecución BIM (PEB) en el Consorcio Victoria para la ejecución de proyectos, Tacna-2021* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional UPT. <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2074/Zabalaga-Cari-Jean.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia	1
Anexo 2: Instrumentos de la investigación Guía de análisis documental (matriz prisma) ..	2
Anexo 3: Costo de Truck Shop.	3
Anexo 4: Tarifas de arriendo de máquinas y equipos.....	18

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Indicadores	Tipo de Investigación	Técnicas
¿Cómo optimizar los costos en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros en el proyecto Quellaveco utilizando la metodología BIM?	Analizar la optimización de costos aplicándose la metodología BIM en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros en el proyecto Quellaveco.	La implementación de la metodología BIM optimiza los costos en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros en el proyecto Quellaveco, en comparación con la metodología tradicional.	<p>Variable Independiente: Análisis de costos basado en la metodología BIM</p> <p>Variable Dependiente: Reducción de costos</p>	<p>Indicador Indirecto Variación entre horas hombre estimados y horas hombre ejecutados</p>	Descriptivo y exploratorio	Análisis documental
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis específicas	Dimensiones	Diseño	Instrumentos	
<p>¿Cuáles son los costos de construcción asociados a la metodología tradicional para el taller de mantenimiento?</p> <p>¿Qué costos están asociados a la metodología BIM en la construcción del taller de mantenimiento?</p> <p>¿Cuáles son las variaciones de costos entre la metodología tradicional y la metodología BIM?</p> <p>¿Qué ventajas económicas y operativas se obtienen al implementar la metodología BIM frente a la metodología tradicional?</p>	<p>Evaluar los costos de construcción con metodología tradicional en la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros.</p> <p>Analizar los costos asociados a la construcción de un taller de mantenimiento para camiones mineros utilizando la metodología BIM.</p> <p>Identificar y cuantificar las variaciones de costos entre la metodología BIM y la metodología tradicional.</p> <p>Comparar los costos totales derivados de ambas metodologías para determinar las ventajas económicas y operativas de la implementación del BIM.</p>	<p>La metodología tradicional genera mayores costos en comparación con la metodología BIM en la construcción del taller de mantenimiento.</p> <p>La metodología BIM reduce los costos asociados al diseño, planificación y ejecución del taller de mantenimiento.</p> <p>Las variaciones de costos entre la metodología BIM y la metodología tradicional permiten identificar oportunidades de ahorro en recursos y tiempos de ejecución.</p> <p>La metodología BIM ofrece ventajas económicas y operativas significativas frente a la metodología tradicional en el desarrollo del proyecto.</p>	<p>Dimensión de Variable Independiente Proyección de gasto de horas hombre</p> <p>Dimensiones de variable dependiente Costos directos (mano de obra, equipos) Costos por reprocesos y sobrecostos evitados.</p>	<p>Indicador Directo Variación porcentual de costos directos entre metodología tradicional y BIM. Monto total de sobrecostos evitados mediante la aplicación de BIM.</p>	No experimental	Guía de análisis documental

Anexo 3: Costo de Truck Shop.

FORMATO DE CONSTRUCCION										
CODIGO	DESCRIPCION	TIPO COMPENSACION	Metrado	Unidad	HH Estimadas	PROCURA	MANO DE OBRA LABOR	EQUIPOS EQUIPMENT	MATERIALES MATERIALS	SUBCONTRATOS SUBCONTRACTORS
	DIRECTOS					A	A	B	C	D
00.	OBRAS PRELIMINARES	NA								
00.01	Movilización	NA	1.0	glb						-
00.02	Instalaciones Temporales / Instalación de Faena	NA	1.0	glb						-
00.03	Gastos Generales	NA	1.0	glb						-
00.04	Desmovilización	NA	1.0	glb						-
03	TRUCK SHOP BUILDING (2810-YDW-001)									
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
03.01.01	Excavación masiva en roca fracturada		1413.0	m3	258.0	-	2,366.4	3,585.8	957.5	-
03.01.02	Excavación localizada en roca fracturada con equipo		1054.0	m3	1,270.2	-	12,223.3	13,945.5	4,336.5	-
03.01.03	Carguío y transporte de material excedente, d<1km.		3,453.8	m3*km	190.3	-	1,905.7	4,014.4	1,538.0	-
03.01.04	Transporte y eliminación de material excedente, d>1km. (Dist. Media=2 km)		3,453.8	m3*km	21.1	-	234.0	535.3	234.0	-
03.01.05	Conformación con material de préstamo		772.3	m3	271.2	-	2,609.2	3,014.6	31,117.1	-
03.02	CONCRETO SIMPLE									
03.02.01	SOLADOS									
03.02.01.01	Concreto f'c= 100 kg/cm2, losa de piso		880.2	m3	2,699.4	-	23,636.3	1,185.1	133,601.3	-
03.03	CONCRETO ARMADO									
03.03.01	ZAPATAS									
03.03.01.01	Concreto f'c=280 kg/cm2		510.6	m3	1,074.0	-	9,593.9	1,404.6	92,735.8	379.8
03.03.01.02	Encofrado y desencofrado		-	m2	-	-	-	-	-	-
03.03.01.03	Acero de refuerzo		31,080.0	kg	2,175.6	-	20,759.7	5,418.7	29,486.1	-
03.03.02	BASE DE EQUIPOS									
03.03.02.01	Concreto f'c=280 kg/cm2		45.4	m3	118.1	-	1,055.2	165.5	8,245.8	33.7
03.03.02.02	Encofrado y desencofrado		136.1	m2	395.4	-	3,672.6	181.9	271.4	-
03.03.02.03	Acero de refuerzo		3,536.4	kg	247.5	-	2,362.1	616.6	3,355.0	-
03.03.03	PEDESTALES									

03.03.03	PEDESTALES									
03.03.03.01	Concreto f'c=280 kg/cm ²		233.0	m ³	880.3	-	7,865.0	1,146.5	42,732.8	173.3
03.03.03.02	Encofrado y desencofrado		294.4	m ²	1,048.6	-	9,737.1	1,707.9	589.9	-
03.03.03.03	Acero de refuerzo		46,600.0	kg	3,262.0	-	31,126.2	8,124.6	44,210.2	-
03.03.03.04	Grout (Sikagrout 212 o similar)		1,677.6	lt	472.9	-	4,417.3	130.0	2,679.7	-
03.03.03.05	Pernos de anclaje ASTM F1554 Gr.55		3,482.7	kg	1,219.3	-	11,631.2	573.5	11,800.3	-
03.03.04	CANALETAS Y SUMIDEROS									
03.03.04.01	Concreto f'c=280 kg/cm ²		84.7	m ³	302.5	-	2,703.2	408.6	15,553.5	63.0
03.03.04.02	Encofrado y desencofrado		434.0	m ²	1,300.9	-	12,058.0	845.0	3,541.9	-
03.03.04.03	Acero de refuerzo		6,164.1	kg	431.5	-	4,117.3	1,074.7	5,848.0	-
03.03.04.04	Insertos metálicos		3,520.0	kg	1,232.4	-	11,755.8	579.6	11,926.7	-
03.03.04.05	Grating pesado 2x14"		12,278.6	kg	-	-	-	-	-	56,926.7
03.03.05	LOSA DE PISO									
03.03.05.01	Concreto f'c=280 kg/cm ²		2,729.6	m ³	7,614.8	-	67,881.9	11,606.6	511,212.0	2,030.1
03.03.05.02	Encofrado y desencofrado		212.8	m ²	525.0	-	4,863.6	265.9	556.2	-
03.03.05.03	Acero de refuerzo		341,200.0	kg	19,107.2	-	181,661.3	49,572.7	310,490.0	-
03.03.05.04	Planchas de acero embebidas A36		7,776.0	kg	-	-	-	-	-	34,849.8
03.03.05.05	Junta de expansión JE-1 para losa e=0.35m		630.0	m	330.7	-	3,049.1	152.5	3,457.8	-
03.03.05.06	Junta de control de grietas para losa e=0.35m		2,200.6	m	924.3	-	8,521.1	1,534.7	10,417.5	-
03.03.05.07	Junta de construcción para losa e=0.35m		717.4	m	449.9	-	4,298.7	333.5	5,833.7	-
03.03.05.08	Junta de expansión JE-2 para losa e=0.35m		271.4	m	256.4	-	2,362.2	118.3	5,894.1	-
03.03.06	SARDINEL PARA CERRAMIENTO									
03.03.06.01	Concreto f'c=280 kg/cm ²		20.4	m ³	57.3	-	501.0	62.0	3,770.0	15.2
03.03.06.02	Encofrado y desencofrado		306.0	m ²	917.2	-	8,501.5	595.7	2,497.2	-
03.03.06.03	Acero de refuerzo		1,632.0	kg	114.2	-	1,090.1	284.5	1,548.3	-
03.04	ESTRUCTURAS									
03.04.01	Área Principal									
03.04.01.01	Estructura metálica liviana w<30 kg/m		553.2	ton	57,256.2	1,691,246.3	619,367.1	640,846.5	42,899.9	48,909.7
03.04.01.02	Estructura metálica mediana 30<w<60 kg/m		-	ton	-	-	-	-	-	-
03.04.01.03	Estructura metálica pesada 60<w<110 kg/m		121.8	ton	6,303.2	300,544.5	68,184.1	70,548.7	4,722.7	5,384.3

03.04.01.03	Estructura metálica pesada 60<w<110 kg/m		1218	ton	6,303.2	300,544.5	68,184.1	70,548.7	4,722.7	5,384.3
03.04.01.04	Estructura metálica extra pesada 110 kg/m<w		538.8	Ton	21,686.9	1,423,868.1	234,596.9	242,732.7	16,249.2	18,525.5
03.04.02	Escalera									
03.04.02.01	Estructura metálica liviana w<30 kg/m		11.0	Ton	1,138.9	33,641.4	12,320.1	12,747.4	853.3	972.9
03.04.02.02	Grating		6.2	Ton	780.4	20,765.1	8,442.4	8,735.2	584.8	666.7
03.04.02.03	Barandas		3.4	Ton	508.3	11,312.1	5,498.5	5,689.2	380.9	434.2
03.04.03	Pasarelas - Estructuras auxiliares									
03.04.03.01	Estructura metálica liviana w<30 kg/m		3.9	Ton	400.7	11,835.7	4,334.4	4,484.8	300.2	342.3
03.04.03.02	Estructura metálica mediana 30<w<60 kg/m		43.1	Ton	2,970.5	107,655.1	32,132.9	33,247.3	2,225.7	2,537.4
03.04.03.03	Grating		18.3	Ton	2,320.0	61,727.7	25,096.4	25,966.7	1,738.3	1,981.8
03.04.03.04	Barandas		13.6	Ton	2,033.2	45,248.6	21,994.1	22,756.8	1,523.4	1,736.8
03.04.04	Plataforma acceso mantenimiento puente grúa									
03.04.04.01	Estructura metálica liviana w<30 kg/m		1.5	Ton	159.1	4,699.5	1,721.1	1,780.7	119.2	135.9
03.04.04.02	Grating		0.4	Ton	51.0	1,357.1	551.7	570.9	38.2	43.6
03.04.04.03	Barandas		0.3	Ton	38.9	865.0	420.5	435.1	23.1	33.2
03.04.04.04	Conexiones Metálicas 15%		182.1	Ton	18,844.3	556,627.3	203,847.7	210,917.1	14,119.3	16,097.3
03.05	ARQUITECTURA									
03.05.01	CARPINTERÍA METÁLICA									
03.05.01.01	Puerta tipo PAU de escape, contraplacada metálica de doble hoja con barra antipánico en el interior y mirilla; con terminación esmalte antioxidante y tratamiento fosfatizado (ver MC011-02-DB-01000-AB5003)		2.0	und	-	-	-	-	-	2,318.1
03.05.01.02	Puerta tipo PMV con cerramientos hidráulicos, revestida con MDF de una hoja con manija tubular y mirilla; con aislación y esmalte antioxidante (ver MC011-02-DB-01000-AB5003)		2.0	und	-	-	-	-	-	869.3
03.05.02	PISOS									
03.05.02.01	Piso de cemento frotachado con epóxido con endurecedor para radier		5,175.0	m2	9,055.7	-	83,459.6	28,420.7	255,049.4	-
03.05.03	COBERTURAS METÁLICAS									
03.05.03.01	Cobertura de techo metálico con panel TR-4 e=0.6mm con pintura ignífuga para duración de 2 horas		5,643.8	m2	12,007.1	414,064.8	127,396.0	73,387.1	4,288.5	-
03.05.03.02	Cobertura de techo con panel translúcido de perfil trapezoidal tipo TR-4 e=1mm		-	m2	-	-	-	-	-	-
03.05.04	CERRAMIENTOS METÁLICOS									
03.05.04.01	Cerramiento lateral metálico con panel TR-4 e=0.6mm con pintura ignífuga para duración de 2 horas		3,908.4	m2	8,991.5	332,294.5	95,400.8	54,956.1	3,211.4	-
03.05.04.02	Cerramiento lateral con panel translúcido de perfil trapezoidal tipo TR-4 e=1mm		977.3	m2	2,247.9	32,081.3	23,850.2	13,739.0	802.9	-
03.05.05	BOLARDO									

Cerramiento lateral con panel translúcido de perfil trapezoidal tipo TR-4 e=1mm		977.3	m2	2,247.9	32,081.3	23,850.2	13,739.0	802.9	-
BOLARDO									
Bolardo metálico φ=0.30m/H=2.30m.		38.0	und	429.3	-	3,986.4	1,034.6	35,756.6	29.0
PINTURA PARA SEÑALIZACIÓN									
Pintura trafico		517.5	m2	-	-	-	-	-	1,899.4
SUMINISTRO Y EQUIPAMIENTO DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD									
Carteles, paneles entre otros		665.0	und	-	-	-	-	-	6,423.1
CONTENEDORES DE ACOPIO DE RESIDUOS									
Contenedores de Basura 360Lts."Contenedor de 360 Lts.Construido de HDPE (High Density Polyethylene) Con ruedas de goma, tapa, dos asas integradas al co		9.0	und	-	-	-	-	20,744.5	-
Contenedores de Basura 1100Lts."Contenedor de 1000 Lts. Construido de HDPE (High Density Polyethylene) Con ruedas de goma, tapa, dos asas integradas al		3.0	und	-	-	-	-	3,778.3	-
MECANICA									
PORTON ELECTRICO TALLER CAMIONES									
Porton de rollo H= 14.00 x W=10.00 m,espesor de armadura=295 mm; cables de suspensión de acero de 6-8 mm, cobertura de poliestireno de alta resistencia 11dtx ,peso 900 g/m2, acorde con DIN 75200.ACCIONAMIENTO		2.0	und	2,503.9	108,757.6	8,226.9	10,658.1	286.2	91.8
PORTON ELECTRICO TALLER CAMIONES									
Porton de rollo H= 14.00 x W=10.00 m,espesor de armadura=295 mm; cables de suspensión de acero de 6-8 mm, cobertura de poliestireno de alta resistencia 11dtx ,peso 900 g/m2, acorde con DIN 75200.ACCIONAMIENTO CON 2 MOTORES DE 3.5 KW,3 fases,480 volt. 60 Hz,resistente a rayos UV		-	und	-	-	-	-	-	-
PORTON ELECTRICO TALLER CAMIONES									
Porton de rollo H= 14.00 x W=10.00 m,espesor de armadura=295 mm; cables de suspensión de acero de 6-8 mm, cobertura de poliestireno de alta resistencia 11dtx ,peso 900 g/m2, acorde con DIN 75200.ACCIONAMIENTO CON 2 MOTORES DE 3.5 KW,3 fases,480 volt. 60 Hz,resistente a rayos UV		5.0	und	2,503.9	633,539.6	20,567.2	26,645.2	715.4	229.5
PORTON ELECTRICO TALLER VEHICULOS MENORES									
Porton de rollo H= 6.00 x W=6.00 m,espesor de armadura=185 mm; cables de suspensión de poliestireno 60-90 mm, cobertura de poliestireno de alta resistencia 11dtx ,peso 900 g/m2, acorde con DIN 75200.ACCIONAMIENTO CON 2 MOTORES DE 3KW,3 fases,480 volt. 60 Hz,resistente a rayos UV		4.0	und	804.8	181,614.7	6,159.6	7,979.9	214.2	68.7
SISTEMA DE LUBRICACIÓN									
Incl. Carretes de manguera para trabajo pesado, pulse meter, filtros y racks de metal para aceite de motor, aceite hidraulico, aceite de transmision SAE 30 desde el tanque de abastecimiento, aceite de transmision SAE 60 desde el tanque de abastecimiento, aceite refrigerante de motor desde el tanque de abastecimiento , FDAD, Anticongelante, anticongelante usado, aceite usado , grasa de alta y baja presión, air 120 & 140 psi, agua fresca.		4.0	und	310.5	147,825.9	4,746.3	6,148.9	165.1	53.0
BOMBA DE GRASA									
Volumen por Minuto 120 pulg. cub., Proporción de la Bomba 75:1, Presión Máx. 7500 psi, Material Acero, Aplicación Grasa, Tipo de Grasa NLGI #1 y 2, Se Ajusta a Contenedor,movil		4.0	und	207.0	20,757.6	1,582.1	2,049.6	55.0	17.7
DUCHA DE EMERGENCIA TALLER DE CAMIONES									
Volumen por Minuto 120 pulg. cub., Proporción de la Bomba 75:1, Presión Máx. 7500 psi, Material Acero, Aplicación Grasa, Tipo de Grasa NLGI #1 y 2, Se Ajusta a Contenedor,movil		4.0	und	309.1	12,037.3	2,056.7	2,664.5	71.5	22.9
SOPLADOR DE AIRE									
15 Kw,460 V,3 F, 60 Hz		-	und	-	-	-	-	-	-

VENTILADOR EXTRACCION GASES DE COMBUSTION Ventilador Centrifugo 72355 AM3H @15 mm c.a.	-	und	-	-	-	-	-	-	-
VENTILADOR MOTORIZADO TECHO Ventilador Centrifugo 78930 AM3H @ 15 mm. c.a.	10.0	und	607.2	131,459.5	6,328.4	8,198.5	220.1	70.6	
GRATO HIDRAULICO CAPACIDAD 280 TON,ALTIMURA RETRAIDA :437 MM,ALTIMURA EXTENDIDA: 691MM, Ø EXT.:276.2 MM Ø DEL VASTAGO:165.1 MM	5.0	und	-	180,902.0	329.6	427.0	11.5	3.7	
MOTOR ELECTRICO EXTRACCION GASES DE COMBUSTION TALLER CAMIONES 5 Kw,460V. 3 F, 60 HZ.	-	und	-	-	-	-	-	-	
MOTOR ELECTRICO VENTILADOR EXTRACTOR TECHO 5.5 Kw. 460 v,3F, 60 Hz.	10.0	und	-	12,670.8	2,636.8	3,416.0	91.7	29.4	
TORNIO MECANICO TALLER CAMIONES 7.5 KW DISTANCIA ENTRE CENTROS 2 M	2.0	und	531.3	55,656.5	6,091.0	7,891.1	211.9	68.0	
MAQUINA AFILADO DE BITS DIAMETRO DE CORTE CIRCULAR HUMEDO :96-230 MM LONG DE CORTE RECTO 300 MM PMOTOR 370 W/380 V	3.0	und	289.8	5,279.5	3,322.4	4,304.2	115.6	37.1	
MAQUINA FREZADORA UNIVERSAL POT. MOTOR PRINC. 10 KW; POT. MOTOR HUSILLO VERTICAL 5.5 Kw; MOTOR HUSILLO HORIZ. 4 KW,BOMBA REFRIGERACION 90 W; DIA MAX TALADRO FUNDICION:30 MM; DIAM. MAX TALADRO DE ACERO:21 MM MEDIDAS DE LA MESA: 300 X 300 MM; VIT. MAX DE LA MESA: V. 35 370 X 1 MM/MIN	1.0	und	265.7	24,813.6	3,045.5	3,945.5	105.9	34.0	
SISTEMA DE DUCTOS PARA EXTRACCION DE GASES TRANSICION, CODO,BRIDA,TUBO DE DESCARGA	-	GLB	-	-	-	-	-	-	
SISTEMA DE DUCTOS PARA SOPLADOR TUBO Dia 34" x 4m, tubo 24" x 186 m , codo 34" x 2 unid , tee de 24" 13 unis, Reducción de 34" a 24" 1 unid,transicion de 24" a 200 x 500 mm -12 unid.	-	GLB	-	-	-	-	-	-	
PRENSA PARA MANGUERAS HIDRAULICAS Prensado horizontal ,maximo 2", fuerza de prensado 155 ton,220 V,1HP	2.0	und	-	15,838.5	263.7	341.6	9.2	2.9	
Filtro de polvos de 2 cuerpos 15 HP, 460 v. 3f,60 Hz	5.0	und	138.0	2,639.7	1,582.1	2,049.6	55.0	17.7	
Filtro de polvos de 1 cuerpo 2 HP, 460 v. 3f,60 Hz	2.0	und	55.2	1,055.9	632.8	819.9	22.0	7.1	
BARREDORA TALLER CAMIONES ASPIRADORA BARREDORA	2.0	und	227.7	31,677.0	2,610.4	3,381.9	90.8	29.1	
LAVADORA DE AGUA CALIENTE PORTATIL Y LIMPIADOR DE VAPOR Maquina de lavado a alta presión con agua caliente, móvil, capacidad 2.3 m3h @ 227.5 bar	1.0	und	-	29,966.4	527.4	683.2	18.3	5.9	
BOMBA SUMERGIBLE AGUAS SERVIDAS - PORTATIL CAUDAL 18 M3HR@7M.C.F.CUERPO FUNDICION G25, 9M.,	1.0	und	-	36,956.5	33.0	42.7	1.1	0.4	
MOTOR ELECTRICO BOMBA SUMERGIBLE AGUAS SERVIDAS - PORTATIL 2.1 KW,2850 RPM,230V,2F,60 HZ	1.0	und	-	633.5	527.4	683.2	18.3	5.9	
BOMBA SUMERGIBLE AGUAS SERVIDAS CAUDAL 18 M3HR@7M.C.F.CUERPO FUNDICION G25, 9M.,	1.0	und	45.8	36,956.5	527.4	683.2	18.3	5.9	

MOTOR ELECTRICO BOMBA SUMERGIBLE AGUAS SERVIDAS 2.1 Kw,2850 RPM,230V,2F,60 HZ	-	und	-	633.5	-	-	-	-
Carro con bomba diafragma con accionamiento neumático. Bomba tipo doble diafragma, 6.0 m³/h, consumo aire 0.8 m³/min, para refrigerante usado, presión 200 psi	2.0	und	-	8,362.7	65.9	85.4	2.3	0.7
CARRO EXTRACCION ACEITE USADO Carro con bomba diafragma con accionamiento neumático. Bomba tipo doble diafragma, 6.0 m³/h, consumo aire 0.8 m³/min, para refrigerante usado, presión 200 psi	2.0	und	-	8,362.7	65.9	85.4	2.3	0.7
LOUVER DE INGRESO DE AIRE CON WATERHOOD Y MALLA ANTIPAJARO	10.0	und	331.2	2,419.0	3,164.2	4,099.3	110.1	35.3
ESCALERA TIPO AVIÓN DE 8 PASOS Servicio pesado 1000 lb,Altura de plataforma 2m altura total con barandas 3m,Garruchas industriales con freno y niveladores de patas,angulo de escalamiento 59°, tubos de Ø 1 1/2" ,plataforma de 0.6 x 0.6 m.	3.0	und	-	2,111.8	197.8	256.2	6.9	2.2
ESCALERA TIPO AVIÓN DE 10 PASOS Servicio pesado 1000 lb,Altura de plataforma 2.5 m altura total con barandas 3.6 m,Garruchas industriales con freno y niveladores de patas,angulo de escalamiento 59°, tubos de Ø 1 1/2" ,plataforma de 0.6 x 0.6 m.	1.0	und	-	2,639.7	65.9	85.4	2.3	0.7
Sistema Hidraulico Para elevacion de gatos hidraulicos Con 4 salidas (retornos),Incluye, mangueras hidraulicas de Ø 3/8" ,acoples rapidos y carrito de transporte	2.0	und	-	36,956.5	131.8	170.8	4.6	1.5
SOPLADOR (VENTILADOR INDUSTRIAL) CAP 60000 M3HR, CAIDA DE PRESION 30 mm C.A.,ruido max 85 DB,POT MOTOR 90 KW	-	und	-	-	-	-	-	-
Extractor axial Extractor de aire 12 cm. 25W 1179m3/h	4.0	und	55.2	3,421.1	632.8	819.9	22.0	7.1
Terma electrica 0.7Kw,460 V,3F, 60 HZ	1.0	und	13.8	316.8	158.2	205.0	5.5	1.8
Secadora de Manos 1.8 Kw 220 v,2F,60 Hz.	1.0	und	13.8	369.6	158.2	205.0	5.5	1.8
Montaje de puentes grúas 2810-CN-001 y 2810-CN-002 De 395 Ton de capacidad para el taller de camiones	1.0	und	3,778.4	-	21,094.5	27,328.4	733.7	236.4
Montaje de puente grúa 2810-CN-003 De 295 Ton de capacidad para el taller de vehiculos menores	1.0	und	1,531.8	-	12,840.2	16,634.7	446.6	143.3
CARRO EXTRACTOR DE GASES , INCLUYE 6 DUCTOS VERTICALES, CARRO EXTRACTOR, CARRO PORTA MANGA FLEXIBLE, INGENIERIA, PUESTA EN MARCHA, ASESORIA EN MONTAJE	1.0	und	-	335,776.0	-	-	-	-
PIPING								
Línea de aire comprimido								
Tubería Ø4", Acero Carbono Por ASTM A53 Grado B Tipo S, Schedule 80, soldado por Resistencia Eléctrica, Fabricada, Foscado NPT y Con Copla, Fabricada Conforme ASME B36.10, Galvanizado TBE	-	m	-	-	-	-	-	-
Tubería Ø3", Acero Carbono Por ASTM A53 Grado B Tipo S, Schedule 80, soldado por Resistencia Eléctrica, Fabricada, Foscado NPT y Con Copla, Fabricada Conforme ASME B36.10, Galvanizado TBE	302.0	m	1,760.1	9,988.5	20,590.8	12,166.1	855.6	70,837.8
Tubería Ø2", Acero Carbono Por ASTM A53 Grado B Tipo S, Schedule 80, soldado por Resistencia Eléctrica, Fabricada, Foscado NPT y Con Copla, Fabricada Conforme ASME B36.10, Galvanizado TBE	49.0	m	163.9	677.1	1,916.9	1,132.6	79.6	6,594.6

Tubería Ø1½", Acero Carbono Por ASTM A53 Grado B Tipo S, Schedule 80, soldado por Resistencia Eléctrica, Fabricada, Roscado NPT y Con Copla, Fabricada Conforme ASME B36.10, Galvanizado TBE	-	m	-	-	-	-	-	-	-
Tubería Ø1", Acero Carbono Por ASTM A53 Grado B Tipo S, Schedule 80, soldado por Resistencia Eléctrica, Fabricada, Roscado NPT y Con Copla, Fabricada Conforme ASME B36.10, Galvanizado TBE	44.0	m	87.4	308.8	1,022.9	604.4	42.5	3,519.1	
Brida Roscada Ø4", Acero Carbono Por ASTM A105, Dimensiones Por ASME B16.5 ASME Clase 150, Cara Plana, Refrentado Por ASME B46.1, Galvanizado, Marcado Por MSS SP 25.	-	und	-	-	-	-	-	-	-
Codo 90 Grados Ø4", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Roscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	-	und	-	-	-	-	-	-	-
Empaquetadura Sin Asbesto Ø4", Fibra Arámida Con Banda de Goma Nitrilo (NBR) Para Bidas Cara Plana FF, Dimensiones Por ASME B16.21 Clase 150, 116" Espesor	-	und	-	-	-	-	-	-	-
Tapón Cabeza Hexagonal Ø4", Acero Carbono Por ASTM A105, Roscado MNPT, Dimensiones Por ASME B16.11, Por ANSI B1.20.1 Marcado Por MSS SP 25 Galvanizado.	-	und	-	-	-	-	-	-	-
Tee Hecta Ø4", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Roscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	-	und	-	-	-	-	-	-	-
Válvula De Bola Ø4", 1500 Water Oil Gas (WOG), Cuerpo Acero Carbono por ASTM A216 Grado WCB, Bola Acero Inoxidable Por ASTM A276 Tipo 316, Sello RTFE Reforzado, Extremos Roscados NPT Por ANSI B1.20.1, Operada con Palanca Paso Completo.	-	und	-	-	-	-	-	-	-
Válvula Mariposa Ø4", Clase 150 psi, Acero Carbono Fundido Por ASTM A216 Grado WCB, Disco Por ASTM A351 Grado CF8M, Asiento EPDM, Tipo Lug, Operada Con Palanca, Dimensiones de Bidas Por ASME B16.5 Clase 150.	-	und	-	-	-	-	-	-	-
Brida Roscada Ø3", Acero Carbono Por ASTM A105, Dimensiones Por ASME B16.5 ASME Clase 150, Cara Plana, Refrentado Por ASME B46.1, Galvanizado, Marcado Por MSS SP 25	2.0	und	6.8	59.7	79.1	46.7	3.3	272.1	
Brida Roscada Ø3", Acero Carbono Por ASTM A105, Dimensiones Por ASME B16.5 ASME Clase 150, Cara Plana, Refrentado Por ASME B46.1, Galvanizado, Marcado Por MSS SP 25.	1.0	und	3.4	29.8	39.6	23.4	1.6	106.1	
Codo 45 Grados Ø3", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Roscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado.	1.0	und	6.0	130.3	70.6	41.7	2.9	243.0	
Codo 90 Grados Ø3", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Roscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	2.0	und	12.1	260.6	141.3	83.5	5.9	486.0	
Empaquetadura Sin Asbesto Ø3", Fibra Arámida Con Banda de Goma Nitrilo (NBR) Para Bidas Cara Plana FF, Dimensiones Por ASME B16.21 Clase 150, 116" Espesor	3.0	und	-	4.2	-	-	-	-	-
Tapón Cabeza Hexagonal Ø3", Acero Carbono Por ASTM A105, Roscado MNPT, Dimensiones Por ASME B16.11, Por ANSI B1.20.1 Marcado Por MSS SP 25 Galvanizado	1.0	und	3.6	23.1	42.4	25.0	1.8	145.8	
Tapón Cabeza Hexagonal Ø3", Acero Carbono Por ASTM A105, Roscado MNPT, Dimensiones Por ASME B16.11, Por ANSI B1.20.1 Marcado Por MSS SP 25 Galvanizado	2.0	und	-	23.1	-	-	-	-	-
Tee Hecta Ø3", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Roscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	1.0	und	-	175.9	-	-	-	-	-
Válvula de Retención Dual(Sure) Ø3", Cuerpo Acero Carbono Por ASTM A216 Grado WCB, Disco ASTM A216 Grado WCB 13% Cromo, Asientos Stellite 6, Resortes Inconel, Doble Disco, Diseño Lug, Para Bidas ASME B16.5 Clase 150	1.0	und	8.7	891.0	101.7	60.1	4.2	349.9	
Válvula Mariposa Ø3", Clase 150 psi, Acero Carbono Fundido por ASTM A216 Grado WCB, Disco Por ASTM A351 Grado CF8M, Asiento EPDM, Tipo Lug, Operada Con Palanca, Dimensiones de Bidas Por ASME B16.5 Clase 150	3.0	und	26.1	272.5	305.1	180.3	12.7	1,049.7	
Codo 45 Grados Ø2", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Roscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	9.0	und	32.0	543.1	373.8	220.8	15.5	1,285.9	
Codo 45 Grados Ø2", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Roscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	2.0	und	7.1	120.7	83.1	49.1	3.5	285.7	
Codo 90 Grados Ø2", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Roscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	17.0	und	60.4	1,025.8	706.0	417.1	29.3	2,428.9	
Tapón Cabeza Hexagonal Ø2", Acero Carbono Por ASTM A105, Roscado MNPT, Dimensiones Por ASME B16.11, Por ANSI B1.20.1 Marcado Por MSS SP 25 Galvanizado	1.0	und	2.1	15.7	24.9	14.7	1.0	85.5	
Tapón Cabeza Hexagonal Ø2", Acero Carbono Por ASTM A105, Roscado MNPT, Dimensiones Por ASME B16.11, Por ANSI B1.20.1 Marcado Por MSS SP 25 Galvanizado	4.0	und	8.5	15.7	99.4	58.8	4.1	342.1	

Tapon Cabeza Hexagonal 1/2", Acero Carbono Por ASTM A105, Hoscado MNPT, Dimensiones Por ASME B16.11, Por ANSI B1.20.1 Marcado Por MSS SP 25 Galvanizado	19.0	und	27.1	15.7	316.7	187.1	13.2	1,089.5
Tee Reduccion 1/2" x 1", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Hoscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	24.0	und	119.4	2,082.4	1,396.8	825.3	58.0	4,805.2
Valvula De Bola 1/2", 1500 Water Oil Gas (WUG), Cuerpo Acero Carbono por ASTM A216 Grado WCB, Bola Acero Inoxidable Por ASTM A276 Tipo 316, Sello BTFE Reforzado, Extremos Hoscados NPT Por ANSI B1.20.1, Operada con Palanca Paso Completo	19.0	und	54.1	94.3	633.4	374.2	26.3	2,179.1
Bushing 1/2" x 1", Acero Carbono Por ASTM A105 Dimensiones Por ASME B16.11, Extremos Hoscados NPT Por ANSI B1.20.1, Cabeza Hexagonal, Galvanizado	1.0	und	2.1	12.6	24.9	14.7	1.0	85.5
Bushing 1/2" x 1", Acero Carbono Por ASTM A105, Dimensiones Por ASME B16.11, Extremos Hoscados NPT Por ANSI B1.20.1, Cabeza Hexagonal, Galvanizado	1.0	und	2.1	12.6	24.9	14.7	1.0	85.5
Tee Reduccion 1/2" x 1", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Hoscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Por ANSI B1.20.1, Marcado Por MSS SP 25, Galvanizado	22.0	und	109.4	1,908.9	1,280.4	756.5	53.2	4,404.8
Lodo 45 Grados 1/2", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Hoscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	3.0	und	8.5	134.0	99.2	58.6	4.1	341.1
Lodo 30 Grados 1/2", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Hoscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	24.0	und	67.8	1,072.2	793.3	468.7	33.0	2,729.2
Tapon Cabeza Hexagonal 1/2", Acero Carbono Por ASTM A105, Hoscado MNPT, Dimensiones Por ASME B16.11, Por ANSI B1.20.1 Marcado Por MSS SP 25 Galvanizado	4.0	und	6.8	12.6	79.1	46.7	3.3	272.1
Tapon Cabeza Hexagonal 1/2", Acero Carbono Por ASTM A105, Hoscado MNPT, Dimensiones Por ASME B16.11, Por ANSI B1.20.1 Marcado Por MSS SP 25 Galvanizado	8.0	und	9.1	12.6	106.2	62.8	4.4	385.4
Tee Reduccion 1/2" x 1", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Hoscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	13.0	und	51.5	833.8	602.3	365.9	25.0	2,072.2
Valvula De Bola 1/2", 1500 Water Oil Gas (WUG), Cuerpo Acero Carbono por ASTM A216 Grado WCB, Bola Acero Inoxidable Por ASTM A276 Tipo 316, Sello BTFE Reforzado, Extremos Hoscados NPT Por ANSI B1.20.1, Operada con Palanca Paso Completo	24.0	und	54.5	94.3	637.4	376.6	26.5	2,192.7
Bushing 1/2" x 1", Acero Carbono Por ASTM A105, Dimensiones Por ASME B16.11, Extremos Hoscados NPT Por ANSI B1.20.1, Cabeza Hexagonal, Galvanizado	12.0	und	20.3	7.3	237.3	140.2	9.9	816.4
Tee Reduccion 1/2" x 1", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Hoscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Por ANSI B1.20.1, Marcado Por MSS SP 25, Galvanizado	11.0	und	43.6	705.5	509.7	301.1	21.2	1,753.4
Lodo 30 Grados 1/2", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Hoscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	11.0	und	21.8	338.2	254.8	150.6	10.6	876.7
Tee Reduccion 1/2" x 1", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Hoscados NPT, Dimensiones Por ASME B16.3, Galvanizado	1.0	und	2.4	43.9	28.0	16.5	1.2	96.2
Union 1/2", Hierro Maleable Por ASTM A197, ASME Clase 300, Extremos Hoscados NPT, Por ANSI B16.39, Por ANSI B1.20.1, BrasMSI Ground Joint Asierto, Marcado Por MSS SP 25, Galvanizado	15.0	und	12.0	157.2	139.8	82.6	5.8	481.1
Valvula De Bola 1/2", 1500 Water Oil Gas (WUG), Cuerpo Acero Carbono por ASTM A216 Grado WCB, Bola Acero Inoxidable Por ASTM A276 Tipo 316, Sello BTFE Reforzado, Extremos Hoscados NPT Por ANSI B1.20.1, Operada con Palanca Paso Completo	24.0	und	38.3	33.5	447.5	264.4	18.6	1,539.5
Líneas de lubricantes								
PIPE 1/2" SCH 40S SMLS 304/304L SS A312	748.0	m	2,501.3	30,134.9	29,261.8	17,289.4	1,215.9	100,676.4
PIPE 1/4" SCH 40S SMLS 304/304L SS A312	15.0	m	29.8	277.7	348.7	206.0	14.5	1,199.7
BA-15 BALL 1/2" 150# RF SS RTFE 1-P HD	12.0	und	20.3	94.3	237.3	140.2	9.9	816.4
FLG SW 1/2" 150# RF 304/304L SS 80S BOPR	24.0	und	82.9	2,978.0	969.6	572.9	40.3	3,335.7
ELL 1/2" 90 DEG 3000# SW 304/304L SS	43.0	und	30.1	11,364.1	352.3	208.2	14.6	1,212.0
CAP 1/2" 3000# SW 304/304L SS	4.0	und	14.4	631.8	168.4	99.5	7.0	579.3
TEE 1/2" 3000# SW 304/304L SS	16.0	und	11.2	6,044.3	131.1	77.5	5.4	451.0
TEE RED 1/2" 3000# SW 304/304L SS	12.0	und	8.4	4,533.3	98.3	58.1	4.1	338.2
ELL 1/2" 90 DEG 3000# SW 304/304L SS	12.0	und	78.0	3,171.4	912.0	538.8	37.9	3,137.4
BA-15 BALL 1/2" 150# RF SS RTFE 1-P HD	12.0	und	60.9	94.3	711.9	420.7	29.6	2,449.3
FLG SW 1/2" 150# RF 304/304L SS 80S BOPR	24.0	und	13.3	2,978.0	155.9	92.1	6.5	536.5

Líneas de Aceite Usado										
PIPE Ø2" XS SMLS STL A106-B		190.0	m	635.4	2,172.9	7,432.8	4,391.7	308.8	25,570.8	
BA-04: BALL Ø2" 1500 WDG SCRD CS RTFE 2-P HD		8.0	und	13.5	94.3	158.2	93.5	6.6	544.3	
CH-06: CHECK PISTON Ø2" Y PATTERN 800# SW CS F8STEL		5.0	und	25.4	94.3	296.6	175.3	12.3	1,020.5	
ELL Ø2" 90 DEG 3000# SW STL A105		40.0	und	28.0	5,205.4	327.7	193.6	13.6	1,127.4	
FLG SW Ø2" 150# FF STL STD BORE A105		24.0	und	1211	1,592.2	1,417.1	837.3	58.9	4,875.2	
TEE Ø2" 3000# SW STL A105		3.0	und	41.2	572.3	482.3	284.9	20.0	1,659.1	
Líneas de Refrigerante										
PIPE Ø2" XS SMLS STL A106-B		187.0	m	625.3	2,136.6	7,315.4	4,322.3	304.0	25,167.0	
PIPE Ø1" XS SMLS STL A106-B		2.0	m	4.0	12.0	46.5	27.5	1.9	160.0	
BA-04: BALL Ø2" 1500 WDG SCRD CS RTFE 2-P HD		3.0	und	26.1	94.3	305.1	180.3	12.7	1,049.7	
FLG SCRD Ø2" 150# FF STL A105		6.0	und	26.1	124.0	305.1	180.3	12.7	1,049.7	
ELL Ø2" 90 DEG 300# SCRD MI A197		15.0	und	140.9	823.0	1,648.5	974.0	68.5	5,671.2	
TEE Ø2" 300# SCRD MI A197		4.0	und	19.9	316.1	232.8	137.5	9.7	800.9	
TEE RED Ø2"x1" 300# SCRD MI A197		3.0	und	12.8	237.0	150.0	88.6	6.2	516.1	
ELL Ø1" 90 DEG 300# SCRD MI A197		3.0	und	4.8	86.8	55.9	33.1	2.3	192.4	
BA-04: BALL Ø1" 1500 WDG SCRD CS RTFE 2-P HD		3.0	und	14.5	33.5	169.5	100.2	7.0	583.2	
FLG SCRD Ø1" 150# FF STL A105		6.0	und	14.5	89.9	169.5	100.2	7.0	583.2	
Líneas de Refrigerante Usado										
PIPE Ø2" XS SMLS STL A106-B		190.0	m	635.4	2,172.9	7,432.8	4,391.7	308.8	25,570.8	
PIPE Ø1" XS SMLS STL A106-B		2.0	m	4.0	12.0	46.5	27.5	1.9	160.0	
BA-04: BALL Ø2" 1500 WDG SCRD CS RTFE 2-P HD		3.0	und	26.1	94.3	305.1	180.3	12.7	1,049.7	
FLG SCRD Ø2" 150# FF STL A105		6.0	und	26.1	124.0	305.1	180.3	12.7	1,049.7	
ELL Ø2" 90 DEG 300# SCRD MI A197		15.0	und	140.9	823.0	1,648.5	974.0	68.5	5,671.2	
TEE Ø2" 300# SCRD MI A197		4.0	und	19.9	316.1	232.8	137.5	9.7	800.9	
TEE RED Ø2"x1" 300# SCRD MI A197		3.0	und	12.8	237.0	150.0	88.6	6.2	516.1	
ELL Ø1" 90 DEG 300# SCRD MI A197		3.0	und	4.8	86.8	55.9	33.1	2.3	192.4	
BA-04: BALL Ø1" 1500 WDG SCRD CS RTFE 2-P HD		3.0	und	4.8	33.5	55.9	33.1	2.3	192.4	
FLG SCRD Ø1" 150# FF STL A105		6.0	und	4.8	89.9	55.9	33.1	2.3	192.4	
SANITARIA										

Lineas de agua fresca									
Tubería Ø3", Acero Carbono Por ASTM A53 Grado B, Schedule STD, Sin Costura, Extremos Biselados, Fabricada Conforme ASME B36.10	422.0	m	2,206.4	9,504.7	25,811.1	15,250.6	1,072.5	88,797.0	
Codo 90 Grados Ø3", Radio Largo, Acero Carbono Por ASTM A234 Grado WPB, Schedule STD, Extremos Biselados Por ASME B16.25, Dimensiones Por ASME B16.9, Marcado Por MSS SP 25	2.0	und	314	279.3	367.3	217.0	15.3	1,263.5	
Tee Recta Ø3", Acero Carbono Por ASTM A234 Grado WPB, Schedule STD, Extremos Biselados Por ASME B16.25, Dimensiones Por ASME B16.9, Marcado Por MSS SP 25	14.0	und	304.3	2,639.2	3,559.7	2,103.3	147.9	12,246.3	
Tapá Gorro Ø3", Acero Carbono Por ASTM A234 Grado WPB, Schedule STD, Extremos Biselados Por ASME B16.25, Dimensiones Por ASME B16.9, Marcado Por MSS SP 25	1.0	und	8.5	28.2	98.9	58.4	4.1	340.2	
Brida Welding Neck Ø3", Acero Carbono Por ASTM A105, Dimensiones Por ASME B16.5 Clase 150, Schedule STD, Cara Con Resalte, Refrentado Por ASME B46.1, Marcado Por MSS SP 25	1.0	und	8.2	45.0	96.1	56.8	4.0	330.5	
Empaquetadura Sin Asbesto Ø3", Fibra Arámida Con Banda De Goma Nitrilo (NBR), Tipo Anillo, Dimensiones Por ASME B16.21 Clase 150, 116" Espesor, Equivalente a Gardlock Blue Gard Stule 3000	2.0	und	-	22.5	-	-	-	-	
Socket Ø3x3/4", Acero Carbono Por ASTM A105, cLASE 3000, Por MSS SP 97, Dimensiones Por ASME B16.11	1.0	und	1.2	28.2	14.1	8.3	0.6	48.6	
Lineas de agua potable									
Tubería Ø4", Acero Carbono Por ASTM A53 Grado B, Schedule STD, Sin Costura, Extremos Biselados,	-	m	-	-	-	-	-	-	
Tubería Ø3", Acero Carbono Por ASTM A53 Grado B, Schedule STD, Sin Costura, Extremos Biselados,	286.0	m	1,976.3	6,441.6	23,119.9	13,660.5	960.7	79,538.6	
Tubería Ø1/2", Acero Carbono Por ASTM A53 Grado B, Schedule 80, Sin Costura, Extremos Planos, Fabricada Conforme ASME B36.10	202.0	m	912.5	2,536.4	10,674.9	6,307.3	443.6	36,724.3	
Tubería Ø1 1/4", Acero Carbono Por ASTM A53 Grado B, Schedule 80, Sin Costura, Extremos Planos, Fabricada Conforme ASME B36.10	35.0	m	-	439.5	-	-	-	-	
Brida Llega Ø4", Acero Carbono Por ASTM A105, Dimensiones Por ASME B16.5 Clase 150, Cara Con Resalte, Refrentado Por ASME B46.1, Marcado Por MSS SP 25	1.0	und	10.3	56.3	120.4	71.1	5.0	414.0	
Brida Slip-Un Ø4", Acero Carbono Por ASTM A105, Dimensiones Por ASME B16.5 Clase 150, Cara Con Resalte, Refrentado Por ASME B46.1, Marcado Por MSS SP 25	1.0	und	10.9	90.1	127.7	75.5	5.3	439.3	
Codo 90 Grados Ø4", Radio Largo, Acero Carbono Por ASTM A234 Grado WPB, Schedule STD, Extremos Biselados Por ASME B16.25, Dimensiones Por ASME B16.9, Marcado Por MSS SP 25	1.0	und	19.3	90.1	226.0	133.5	9.4	777.5	
Empaquetadura Sin Asbesto Ø4", Fibra Arámida Con Banda De Goma Nitrilo (NBR), Tipo Anillo, Dimensiones Por ASME B16.21 Clase 150, 116" Espesor, Equivalente a Gardlock Blue Gard Stule 3000	2.0	und	-	22.5	-	-	-	-	
Brida Llega Ø3", Acero Carbono Por ASTM A105, Dimensiones Por ASME B16.5 Clase 150, Cara Con Resalte, Refrentado Por ASME B46.1, Marcado Por MSS SP 25	3.0	und	23.2	270.3	271.2	160.2	11.3	933.1	
Brida Slip-Un Ø3", Acero Carbono Por ASTM A105, Dimensiones Por ASME B16.5 Clase 150, Cara Con Resalte, Refrentado Por ASME B46.1, Marcado Por MSS SP 25	3.0	und	24.6	337.8	288.2	170.3	12.0	991.4	
Empaquetadura Sin Asbesto v. Fibra Arámida Con Banda De Goma Nitrilo (NBR), Tipo Anillo, Dimensiones Por ASME B16.21 Clase 150, 116" Espesor, Equivalente a Gardlock Blue Gard Stule 3000	5.0	und	-	56.3	-	-	-	-	
Codo 90º Ø1 1/2", Clase 3000, ASME B16.11, Socket-Welding, Acero Carbono ASTM A105.	15.0	und	8.3	2,533.8	97.5	57.6	4.0	335.3	
Nipple Ø1/2", Acero Carbono Por ASTM A733, Schedule XS, Un Extremo Planos y Otro Extremo Roscado, 7 Pulgadas De Largo.	15.0	und	109.8	1,689.2	1,284.0	758.7	53.4	4,417.4	
Lineas de agua fresca									
Tubería Ø3" PVC Clase 10 SIP	-	m	-	-	-	-	-	-	
Tubería Ø2" PVC Clase 10 SIP	-	m	-	-	-	-	-	-	
Tee Ø3" PVC Clase 10 SIP	-	und	-	-	-	-	-	-	
Caja de acometida de agua potable pre fabricada	18.0	und	540.0	810.8	6,317.2	3,732.5	262.5	21,732.6	
Reducción 3"x2" PVC Clase 10 SIP	18.0	und	54.3	608.1	635.7	375.6	26.4	2,186.8	
Válvula de bola PVC 1 1/2"	18.0	und	20.4	2,331.1	239.0	141.2	9.9	822.3	
ELECTRICIDAD	-	-	-	-	-	-	-	-	

ELECTRICIDAD		-	-	-	-	-	-	-	-
Cables & conductores		-	-	-	-	-	-	-	-
Cable tipo XHHW-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo TC, cubiert	1,260.0	m	376.7	14,639.2	3,789.4	1,352.3	189.5	-	-
Cable tipo XHHW-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo TC, cubiert	1,011.0	m	767.3	45,636.2	7,718.2	2,754.5	385.9	-	-
Cable tipo XHHW-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo TC, cubiert	-	m	-	-	-	-	-	-	-
Cable tipo XHHW-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo TC, cubiert	326.0	m	93.7	6,143.7	942.7	336.4	47.1	-	-
Cable tipo XHHW-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo TC, cubiert	630.0	m	159.4	8,186.6	1,603.2	572.1	80.2	-	-
Cable tipo XHHW-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo TC, cubiert	1,130.0	m	259.9	11,217.7	2,614.1	932.9	130.7	-	-
Cable tipo XHHW-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo TC, cubiert	6,642.0	m	1,298.5	49,330.0	13,060.8	4,661.1	653.1	-	-
Cable tipo XHHW-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo TC, cubiert	540.0	m	124.2	1,991.1	1,249.2	445.8	62.5	-	-
Cable tipo XHHW-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo TC, cubiert	-	m	-	-	-	-	-	-	-
Cable tipo XHHW-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo TC, cubiert	220.0	m	60.7	1,969.0	610.7	218.0	30.5	-	-
Tuberías		-	-	-	-	-	-	-	-
Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6, ANSI 80.1. (Ø3/4")-Instalación de Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6,	1,120.0	m	1,159.2	8,165.3	11,462.2	3,901.3	573.1	-	-
Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6, ANSI 80.1. (Ø1")-Instalación de Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6, A	140.0	m	177.1	1,383.9	1,751.2	580.7	87.6	-	-
Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6, ANSI 80.1. (Ø1 1/2")-Instalación de Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6,	-	m	-	-	-	-	-	-	-
Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6, ANSI 80.1. (Ø2")-Instalación de Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6, A	-	m	-	-	-	-	-	-	-
Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6, ANSI 80.1. (Ø3")-Instalación de Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6, A	120.0	m	276.0	4,555.8	2,729.1	905.1	136.5	-	-
Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6, ANSI 80.1. (Ø4")-Instalación de Tubería de Acero Galvanizado (RGS) Longitud 3m (10R), ULL6, A	25.0	m	86.3	-	852.8	282.8	42.6	-	-
Tubería PVC-Schedule 40 x 3 m (Ø2")-Instalación de Tubería PVC-Schedule 40 x 3 m (Ø2") incluye suministro de accesorios de union, curvas, excavacion, rel	30.0	m	19.0	100.8	187.6	62.2	9.4	-	-
Tubería PVC-Schedule 40 x 3 m (Ø3")-Instalación de Tubería PVC-Schedule 40 x 3 m (Ø3") incluye suministro de accesorios de union, curvas, excavacion, rel	15.0	m	13.8	123.5	136.5	45.3	6.8	-	-
Cajas condulet de acero maleable aislado(RGS) de 3/4"Ø, conector recto de 3/4"Ø, coplas de unión de 3/4"Ø , conduit flexible estanco de acero galvanizado recub	65.0	und	74.8	872.0	739.1	245.1	37.0	-	-
Cajas condulet de acero maleable aislado(RGS) de 1"Ø, conector recto de 1"Ø, coplas de unión de 1"Ø , conduit flexible estanco de acero galvanizado recubiert	36.0	und	53.8	789.3	532.2	176.5	26.6	-	-
Cajas condulet de acero maleable aislado(RGS) de 1 1/2"Ø, conector recto de 1 1/2"Ø, coplas de unión de 1 1/2"Ø , conduit flexible estanco de acero galvanizado re	156.0	und	305.0	7,561.3	3,015.7	1,000.1	150.8	-	-
Cajas condulet de acero maleable aislado(RGS) de 2"Ø, conector recto de 2"Ø, coplas de unión de 2"Ø , conduit flexible estanco de acero galvanizado recubiert	140.0	und	370.3	9,827.1	3,661.5	1,214.3	183.1	-	-
Cajas condulet de acero maleable aislado(RGS) de 3"Ø, conector recto de 3"Ø, coplas de unión de 3"Ø , conduit flexible estanco de acero galvanizado recubiert	12.0	und	44.2	2,082.9	436.7	144.8	21.8	-	-
Canalizaciones eléctricas		-	-	-	-	-	-	-	-
Bandeja Metálica Tipo Escalera, fabricado según norma VE-1, clase 20C, acabado en galvanizado en caliente según norma ASTM A123. Dimensiones (AxHxL)	600.0	m	3,105.0	67,782.0	30,702.4	10,182.0	1,535.2	-	-
Sistema de Iluminación		-	-	-	-	-	-	-	-
Luminaria tipo alumbrado publico LED 258w, 220V, 60Hz, 70CRI, 4000K & 5700K.-Instalación de Luminaria tipo alumbrado publico LED 258w, 220V, 60Hz, 70	11.0	und	75.9	6,394.0	784.5	817.7	39.2	-	-
Luminaria tipo High Bay led para suspender, cuerpo de aluminio fundido NEMA 4X, 430W, 220Vac, 60Hz.-Instalación de Luminaria tipo High Bay led para sus	79.0	und	636.0	119,011.9	6,573.0	6,951.7	328.7	-	-

Luminaria de EMERGENCIA para montaje a estructura, con cuerpo de acero totalmente hermético, color blanco, hermeticidad NEMA 4X. Equipada con 2 lámparas	15.0	und	69.0	14,882.2	713.2	743.4	35.7	-
Luminaria de SEÑALIZACIÓN IP66, para montaje universal, con leyenda "SALIDA" (1 cara) y tira de LED verde de 5W. Cuerpo de aluminio y tapas de policarbonato	13.0	und	59.8	4,980.8	618.1	644.3	30.9	-
Cable tipo THHN/THWN-2 LSHF, 600V, 90°C, conductor cableado de cobre electrolítico recocido, clase B, aislamiento de PVC, cubierta externa de Nylon, retina	3,306.0	m	570.3	12,363.6	5,736.1	2,047.1	286.8	-
Protección contra descargas atmosféricas	-	-	-	-	-	-	-	-
Pozo de puesta a tierra con registro, incluye varilla de puesta a tierra copper weld de Ø3/4" x 3000mm, pletina de Cu electrolítico 5x60x3000mm con tapa	-	glb	-	-	-	-	-	-
Pozo de puesta a tierra sin registro, incluye varilla de puesta a tierra copper weld de Ø3/4" x 3000mm, pletina de Cu 5x60x3000mm incluye conectores, soldadura	-	glb	-	-	-	-	-	-
Punta franklin de cobre punta RDMA, incluye ferreteria y soporteria en general (Ø3/4" x 641mm)-Instalación de Punta franklin de cobre punta RDMA, incluye ferreteria	-	Und	-	-	-	-	-	-
Conductor de Cobre Desnudo trenzado, temple blando (40 AWG)-Instalación de Conductor de Cobre Desnudo trenzado, temple blando (40 AWG) incluye soldadura	-	m	-	-	-	-	-	-
Conductor de Cobre Desnudo trenzado, temple blando (20 AWG)-Instalación de Conductor de Cobre Desnudo trenzado, temple blando (20 AWG) incluye soldadura	-	m	-	-	-	-	-	-
Soldadura exotérmica, incluye dosis y moldes para soldadura 120mm² (40 AWG) a 120mm² (40 AWG)-Instalación de Soldadura exotérmica, incluye dosis y moldes	-	glb	-	-	-	-	-	-
Soldadura exotérmica, incluye dosis y moldes para soldadura 120mm² (40 AWG) a 70mm² (20 AWG)-	-	glb	-	-	-	-	-	-
Excavación para pozo de tierra-	36.8	m3	55.6	-	511.6	299.0	109.6	-
Excavación y movimiento de tierras para zanja-	26.3	m3	45.2	-	414.7	247.9	92.2	-
Equipos eléctricos	-	-	-	-	-	-	-	-
Transformador Tipo Seco 75kVA, 480±2x2.5%400-231V, 60Hz, Dyn5, AN, Grado de protección NEMA 4, RAL 7032-Instalación de Transformador Tipo Seco 75kVA	1.0	Und	51.8	7,400.4	534.8	3,047.7	26.7	-
Tablero de Distribución 400-231V, 3F+N, 60Hz., Grado de protección NEMA 4, RAL 7032-Instalación de Tablero de Distribución 400-231V, 3F+N, 60Hz., Grado de protección	1.0	Und	23.0	2,001.9	237.7	1,354.5	11.9	-
Tablero de Distribución 400-231V, 3F+N, 60Hz., Grado de protección NEMA 4, RAL 7032-Instalación de Tablero de Distribución 400-231V, 3F+N, 60Hz., Grado de protección	1.0	Und	23.0	2,629.7	237.7	1,354.5	11.9	-
Tablero de Iluminación 400-231V, 3F+N, 60Hz., Grado de protección NEMA 4, RAL 7032-Instalación de Tablero de Iluminación 400-231V, 3F+N, 60Hz., Grado de protección	2.0	Und	46.0	4,687.1	475.4	2,709.0	23.8	-
Tomacorriente Industrial 460V, 63A, 3P+T, con bloque mecánico, posición h11, color rojo, IP67. Incluye Base Fija y plug.-Instalación de Tomacorriente Industrial	3.0	Und	17.3	4,797.1	178.3	185.9	8.9	-
Tomacorriente Industrial 220V, 32A, 2P+T, con base para empotrar inclinada, posición h6, color azul, IP67. Incluye Base Fija y plug.-Instalación de Tomacorriente Industrial	3.0	Und	6.9	1,392.4	71.3	74.3	3.6	-
Sistema de puesta a tierra	-	-	-	-	-	-	-	-
Pozo de puesta a tierra con registro, incluye varilla de puesta a tierra copper weld de Ø3/4" x 3000mm, con tapa de registro, conectores, soldadura y accesorios	1.0	glb	46.0	580.1	448.8	1,223.3	22.4	-
Conductor de Cobre Desnudo trenzado, temple blando (40 AWG)-Instalación de Conductor de Cobre Desnudo trenzado, temple blando (40 AWG) de acuerdo a especificaciones	798.0	m	229.4	6,949.4	2,307.6	823.5	115.4	-
Conductor de Cobre Desnudo trenzado, temple blando (20 AWG) para aterramiento en bandejas-Instalación de Conductor de Cobre Desnudo trenzado, temple blando (20 AWG)	334.0	m	84.5	1,747.3	849.9	303.3	42.5	-
Conductor de Cobre Desnudo trenzado, temple blando (20 AWG)-Instalación de Conductor de Cobre Desnudo trenzado, temple blando (20 AWG) de acuerdo a especificaciones	30.0	m	7.6	156.9	76.3	27.2	3.8	-
Soldadura exotérmica, incluye dosis y moldes para soldadura 120mm² (40 AWG) a 120mm² (40 AWG)-	21.0	glb	26.6	330.9	259.2	706.5	13.0	-
Soldadura exotérmica, incluye dosis y moldes para soldadura 120mm² (40 AWG) a 70mm² (20 AWG)-	80.0	glb	101.2	1,092.5	987.4	2,691.3	49.4	-
Excavación para pozo de tierra-	2.1	m3	3.2	-	29.5	17.2	6.3	-
Excavación y movimiento de tierras para zanja-	279.3	m3	481.3	-	4,412.5	2,637.7	981.5	-
Bolsa de cemento conductor, 25 Kg.-	3.0	Und	1.7	78.6	16.8	45.9	0.8	-

-Conexión del sistema de puesta a tierra "sobre gradiente" escaleras, puertas, estructuras, etc. Incluye el suministro de terminales de compresion, pernos de fijación	30.0	Und	51.8	898.8	504.9	1,376.2	25.2	-
-Suministro, instalación y conexión de puesta a tierra. "sobre gradiente" equipos, etc. Incluye el suministro de terminales compresion, pernos de fijación, cintas	26.0	Und	74.8	1,221.2	729.3	1,987.9	36.5	-
Accesorios	-	-	-	-	-	-	-	-
Terminal de compresion 400 Kcmil AWG-Instalación, prensado de Terminal de compresion 400 Kcmil AWG de acuerdo a especificaciones tecnicas de materiales, estandares	8.0	Und	5.5	77.7	55.0	4.6	2.8	-
Terminal de compresion 30 AWG-Instalación, prensado de Terminal de compresion 30 AWG de acuerdo a especificaciones tecnicas de materiales, estandares	16.0	Und	9.2	59.7	91.7	7.6	4.6	-
Terminal de compresion 20 AWG-Instalación, prensado de Terminal de compresion 20 AWG de acuerdo a especificaciones tecnicas de materiales, estandares	16.0	Und	7.4	31.6	73.4	6.1	3.7	-
Terminal de compresion 10 AWG-Instalación, prensado de Terminal de compresion 10 AWG de acuerdo a especificaciones tecnicas de materiales, estandares	24.0	Und	11.0	40.1	110.0	9.2	5.5	-
Terminal de compresion 6 AWG-Instalación, prensado de Terminal de compresion 6 AWG de acuerdo a especificaciones tecnicas de materiales, estandares	20.0	Und	5.3	14.7	52.7	4.4	2.6	-
Terminal de compresion 8 AWG-Instalación, prensado de Terminal de compresion 8 AWG de acuerdo a especificaciones tecnicas de materiales, estandares	26.0	Und	6.0	16.4	59.6	5.0	3.0	-
Terminal de compresion 10 AWG-Instalación, prensado de Terminal de compresion 10 AWG de acuerdo a especificaciones tecnicas de materiales, estandares	160.0	Und	18.4	92.4	183.4	15.3	9.2	-
Terminal de compresion 12 AWG-Instalación, prensado de Terminal de compresion 12 AWG de acuerdo a especificaciones tecnicas de materiales, estandares	105.0	Und	12.1	58.5	120.4	10.0	6.0	-
Manga termocontraible , seccion de cable 400 kcmil Longitud: 400 mm-	8.0	Und	1.8	8.4	18.3	1.5	0.9	-
Manga termocontraible , seccion de cable 30 AWG, Longitud: 400 mm-	16.0	Und	2.2	11.3	22.0	1.8	1.1	-
Manga termocontraible , seccion de cable 20 AWG, Longitud: 400 mm-	16.0	Und	2.2	11.3	22.0	1.8	1.1	-
Manga termocontraible , seccion de cable 10 AWG, Longitud: 400 mm-	24.0	Und	3.3	16.9	33.0	2.7	1.7	-
Manga termocontraible , seccion de cable 6 AWG, Longitud: 400 mm-	20.0	Und	1.8	5.0	18.3	1.5	0.9	-
Manga termocontraible , seccion de cable 8 AWG, Longitud: 400 mm-	26.0	Und	2.4	5.7	23.8	2.0	1.2	-
Manga termocontraible , seccion de cable 10 AWG, Longitud: 400 mm-	160.0	Und	11.0	28.6	110.0	9.2	5.5	-
Manga termocontraible , seccion de cable 12 AWG, Longitud: 400 mm-	105.0	Und	7.2	18.8	72.2	6.0	3.6	-
INSTRUMENTACION								
Sistema de Instrumentación y Control (suministro e instalación)								
Tableros HIU Remote I/O Tablero HIU, 12U Vac, com. Profibus DP, para campo Nema 4X, DI:14 tipo canal aislado, DO:2 tipo relay, canal aislado, 30% de reserva capacidad, espacios	10	und	20.7	222.1	204.5	29.5	14.3	-
Sistema de detección de incendios (Suministro por otros, Sólo coordinación para Instalación)								
Panel de control de alarma de incendios-	-	und	-	-	-	-	-	-
Detectores de humo (dispositivos de iniciación)-	-	und	-	-	-	-	-	-
Estaciones manuales (dispositivos de iniciación)-	-	und	-	-	-	-	-	-
Sirenas y luces estroboscópicas (dispositivos de notificación de incendios)-	-	und	-	-	-	-	-	-
Sistema de comunicaciones Voz & Data (Suministro por otros, Sólo coordinación para Instalación) y CCTV (Suministro por otros, Sólo Instalación)								
Gabinete de comunicaciones -2810-DC-201 (truckshop building) / 2820-DC-203 (truckshop warehouse)	2.0	und	138.0	443.9	1,364.4	196.5	95.5	-
UPS-UPS 1Fase, 3KVA (electivo a 3200 msnm). Vin: 120 Vac L-N, Vout: 1Fase, 120 Vac L-N. Tipo True double online, buypass automático u manual.	10	und	92.0	10,074.2	931.9	181.3	65.2	-

Tablero de Distribución -120V, 1F+N, 60Hz., Grado de protección NEMA 4, RAL 7032, 1 llave 15A, 2 llaves 6A, 4 llaves 1.5 A.		10	und	20.7	1,744.9	204.7	29.5	14.3	-
Cámara CCTV (security)-Cámara poe IP fija oficina warehouse		10	und	11.5	-	113.8	24.8	8.0	-
Cámara CCTV (security)-Cámara IP, PTZ general warehouse		10	und	11.5	-	113.8	24.8	8.0	-
Cámara CCTV (proceso)-Cámara IP, PTZ para montaje exterior en poste.		20	und	23.0	-	227.5	49.6	15.9	-
Teléfono pagging system-ethernet		10	und	9.2	-	93.2	43.4	6.5	-
altavoz pagging system-ethernet		10	und	5.8	-	58.2	27.1	4.1	-
postes-postes concreto 15 mts. Para instalación exterior de cámaras		20	und	41.4	-	428.2	106.4	30.0	-
Cables (suministro y cableado)									
Fibra óptica monomodo 48h-		-	m	-	-	-	-	-	-
Fibra óptica monomodo 12 h-		-	m	-	-	-	-	-	-
Fibra óptica monomodo 6h-para 3 cámaras PTZ (2 proceso, 1 security).		300.0	m	69.0	-	694.7	77.7	48.6	-
Cable de comunicaciones flutp-Cable ethernet cat 6. Flutp. Voz 2_data 2 (2820-DC-2011) truck.shon.building / Voz 6_data 6 (2820-DC-2031) truck.shon.warehouse		-	m	-	-	-	-	-	-
Cable de comunicaciones flutp-Cable ethernet cat 6. Flutp / Pagging system		-	m	-	-	-	-	-	-
Cable de comunicaciones flutp-Cable ethernet cat 6. Flutp / cámaras (1).		-	m	-	-	-	-	-	-
Cable de comunicaciones profibus DP-Tipo Belden modelo 3079E color morado		50.0	m	19.0	156.0	191.0	21.4	13.4	10.6
Cable sistema de detección de incendios- tipo flplp 2/c 12awg.		-	m	-	-	-	-	-	-
Cable sistema de detección de incendios- tipo flplp 4/c 12awg.		-	m	-	-	-	-	-	-
Cable de alimentación 3c 12awg.-1 x 3c + T, # 10 awg, 600 volt.		800.0	m	92.0	2,596.8	926.2	103.6	64.8	-
Cable de alimentación 3c 12awg.-1 x 2c + T, # 12 awg, 600 volt.		75.0	m	8.6	243.5	86.8	9.7	6.1	-
Cable de alimentación 3c 14awg.-1 x 2c + T, # 14 awg, 600 volt.4		250.0	m	28.8	811.5	289.5	32.4	20.3	-
Cable de instrumentación señal discreta -1 x 5c, #16 awg, 600 v XLPE insulation and black overall LSZH jacket		350.0	m	53.1	812.6	534.9	59.9	37.4	-
Canalizaciones									
Tuberías conduits rgs Ansi C80.1 diám. 34'''-		200.0	m	299.0	1,458.1	2,958.0	515.1	207.1	-
TOTAL COSTO DIRECTO				238,170	7,710,234	2,438,231	1,873,775	1,728,196	792,339

FORMATO DE CONSTRUCTION											
CODIGO	DESCRIPCION	TIPO COMPENSACION	Metrado	Unidad	HH Estimadas	PROCURA	MANO DE OBRA LABOR	EQUIPOS EQUIPMENT	MATERIALES MATERIALS	SUBCONTRATOS SUBCONTRACTORS	Total USD
03	TOTAL COSTO DIRECTO - ADICIONALES										-
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS										
03.01.06	Reemplazo de Material en Zona afectadas por grietas truck shop (losa)		1.0	glb	206.0	-	1,938.4	-	-	-	1,938.35
03.01.07	Sobreexcavación para tubería en truck Shop		1.0	glb	172.0	-	1,707.8	-	-	-	1,707.80
03.04	ESTRUCTURAS										
03.04.01	Área Principal										
03.04.01.05	Retrabajos en estructuras metálicas por modificación de Ingeniería Truck Shop		1.0	glb	1,161.5	-	12,269.2	-	-	-	12,269.22
03.04.01.06	Reparación de Estructura para Truck Shop		1.0	glb	733.0	-	7,611.7	-	-	-	7,611.66
03.04.01.07	Trabajos adicionales por cambios e indefiniciones en Ingeniería en Truck Shop		1.0	glb	1,477.0	-	15,305.1	12,109.4	-	-	27,414.51
03.04.04	Plataforma acceso mantenimiento puente grúa										
03.04.04.05	Reparación de vigas carrileras de acuerdo a lo indicado en el plano de referencia.		1.0	glb	2,857.0	-	29,132.7	6,399.5	-	-	35,532.18
03.06	MECANICA										
03.06.01B	PORTON ELECTRICO TALLER CAMIONES										0.00
03.06.39	Preservación de pernos oxidados en el Truck Shop		1.0	glb	12.0	-	120.4	-	-	-	120.36
03.06.40	Modificación de los soportes tipo clip (sapitos) DS-PS-G307		1.0	glb	1,468.0	-	14,760.9	4,114.9	-	-	18,875.82
03.06.41	Perforación de agujeros de 3/8" en los ductos de extractores		1.0	glb	1,394.0	-	13,399.1	-	-	-	13,399.09
03.07	PIPING										
03.07.02	Líneas de lubricantes										
03.07.02.12	Reparación de los Spools_21 bridas		21.0	und	1,562.0	-	15,631.1	1,926.5	-	-	17,557.58
03.08	SANITARIA										
03.08.01	Líneas de agua fresca										
03.08.01.08	Retrabajos para adecuación para la implementación del SCl en el Truck Shop		1.0	glb	297.0	-	2,527.5	0.0	-	-	2,527.47
	TOTAL COSTO DIRECTO - ADICIONALES				11,340	0	114,403.8	24,550.2	0	0	138,954

Anexo 4: Tarifas de arriendo de máquinas y equipos.

Denominación y Tipo	Tarifas para Arriendo / Costo por Equipo Trabajando						Costo Movilización	Costo Desmovilización	Tarifa para Tiempo Stand By \$								
	Tarifa Horaria Sin Combustible [A] \$/ hr	Consumo horario de combustible		Tarifa Horaria para Arriendo [C] = [A + B] \$/ hr	Tarifa Diaria para Arriendo [D] \$/ día	Tarifa Semanal para Arriendo [E] \$/ semana			Tarifa Mensual para Arriendo [F] \$/ mes	Tarifa Horaria \$/ hr	Tarifa Diaria \$/ día	Tarifa Semanal \$/ semana	Tarifa Mensual \$/ mes				
		Volumen horario gal / hr	Valorizado horario [B] \$/ hr											Tarifa Horaria para Arriendo [C] \$/ hr	Tarifa Diaria para Arriendo [D] \$/ día	Tarifa Semanal para Arriendo [E] \$/ semana	Tarifa Mensual para Arriendo [F] \$/ mes
EQUIPOS MOVIMIENTO DE TIERRAS																	
Camión Sistema 5000 cfm	30,00	4,00	14,12	44,12	352,96	2.470,72	8.824,00	1.144,80	1.144,80	30,00	180,00	1.260,00	5.400,00				
Camión Volquete 15-17 m3	31,88	3,50	12,36	44,23	353,84	2.476,88	8.846,00	1.144,80	1.144,80	31,88	191,25	1.338,75	5.737,50				
Cargador Frontal 962H o similar	80,00	5,50	19,42	99,42	795,32	5.587,24	19.883,00	3.105,19	3.105,19	80,00	480,00	3.360,00	14.400,00				
Compresora Neumática 750CFM - 250 HP	17,38	7,28	25,70	43,07	344,59	2.412,11	8.614,68	3.105,19	3.105,19	17,38	104,25	729,75	3.127,50				
Excavadora sobre Orugas 336DL o similar	80,00	8,50	30,01	110,01	880,04	6.160,28	22.001,00	3.489,33	3.489,33	80,00	480,00	3.360,00	14.400,00				
Motonivelador 140H - 205 HP	68,75	4,37	15,43	84,18	673,41	4.713,86	16.835,22	3.105,19	3.105,19	68,75	412,50	2.887,50	12.375,00				
Perforadora sobre Orugas 220 HP 2.5" - 4.5"	98,75	5,45	19,24	117,99	943,91	6.607,36	23.597,70	3.105,19	3.105,19	98,75	592,50	4.147,50	17.775,00				
Retroexcavadora sobre Lijas 89HO 1yd3	36,61	2,50	8,83	45,44	363,50	2.544,50	9.087,50	2.484,15	2.484,15	36,61	219,68	1.537,73	6.590,25				
Rodillo Liso 1,8 T	12,50	1,45	5,12	17,62	140,95	986,64	3.523,70	1.552,59	1.552,59	12,50	75,00	525,00	2.250,00				
Rodillo Liso Vibr Autop 101 - 135HP 10-12T	30,63	3,50	12,36	42,98	343,84	2.406,88	8.596,00	2.484,15	2.484,15	30,63	183,75	1.286,25	5.172,50				
Rodillo Liso 15-20 Toneladas	58,81	6,50	22,95	81,76	654,06	4.578,42	16.351,50	3.105,19	3.105,19	58,81	352,88	2.470,13	10.588,25				
Tractor de Orugas D6T 190-240 HP	78,13	5,00	17,65	95,78	766,20	5.363,40	19.155,00	3.105,19	3.105,19	78,13	468,75	3.281,25	14.062,50				
Tractor de Orugas D8 190-330 HP	148,21	10,32	36,43	184,64	1.477,14	10.339,96	36.828,42	3.905,49	3.905,49	148,21	889,28	6.224,93	26.878,25				
Tractor de Orugas D9 410 HP	201,25	13,22	46,67	247,92	1.983,33	13.883,33	49.583,32	3.905,49	3.905,49	201,25	1.207,50	8.452,50	36.225,00				
EQUIPOS OBRAS DE CONCRETO																	
*Camión grúa 10 ton	53,38	3,00	10,47	63,85	510,78	3.575,32	10.675,00	1.000,00	1.000,00	53,38	320,25	2.241,75	9.607,50				
*Camión grúa 18 ton	83,88	3,00	10,47	94,35	754,78	5.283,32	16.775,00	1.000,00	1.000,00	83,88	503,25	3.522,75	15.097,50				
*Grúa telescópica 30 ton	97,50	10,00	34,90	132,40	1.059,20	7.414,40	19.500,00	4.100,00	4.100,00	97,50	585,00	4.095,00	17.550,00				
Telehandler 13m	40,04	2,00	6,98	47,02	376,14	2.632,98	8.007,50	3.300,00	3.300,00	40,04	240,23	1.681,58	7.206,75				
Torre grúa	168,15	8,32	29,04	197,19	1.577,56	11.042,91	33.630,95	30.000,00	30.000,00	168,15	1.008,93	7.062,50	30.267,88				
Elevador	50,00	2,08	7,26	57,26	458,08	3.206,56	10.000,00	12.000,00	12.000,00	50,00	300,00	2.100,00	9.000,00				
EQUIPOS OBRAS ELECTROMECANICAS																	
*Tracto+camión baja, 90 ton, 12 m	203,00	5,00	17,45	220,45	1.763,60	12.345,20	52.908,00	7.612,50	7.612,50	142,10	852,60	5.968,20	25.578,00				
*Grúa RT Telescópica, 90 ton GROVE RT880E	145,00	5,00	17,45	162,45	1.299,60	9.097,20	38.988,00	12.325,00	12.325,00	101,50	609,00	4.263,00	18.270,00				
*Camión Grúa 20 ton, 6x4, plat 6 m,	87,00	3,00	10,47	97,47	779,78	5.458,32	23.392,80	2.537,50	2.537,50	60,80	366,40	2.567,60	10.862,00				
*Grúa RT Telescópica 30 ton	97,50	3,50	12,22	109,72	877,78	6.144,32	26.332,80	5.800,00	5.800,00	68,25	409,50	2.866,50	12.285,00				
*Man Lir 150 pies 45 m/230 kg	69,60	2,50	8,73	78,33	626,64	4.386,48	18.799,20	11.600,00	11.600,00	48,72	292,32	2.046,24	8.769,60				
*Man Lir 120 pies 36 m/230 kg	63,80	2,00	6,98	70,78	566,24	3.963,68	16.987,20	11.600,00	11.600,00	44,66	267,96	1.875,72	8.038,80				
*Camión Trailer, 30 ton, plat alta 12 m	46,40	3,00	10,47	56,87	454,96	3.184,72	13.648,80	2.537,50	2.537,50	32,48	194,88	1.364,16	5.846,40				
Sistema de agua 5,000 gal	38,25	2,50	8,73	44,98	359,84	2.518,88	10.795,20	2.537,50	2.537,50	25,38	152,25	1.065,75	4.567,50				
Grupos eléctricos 100 Kw Perkins MP1210I	15,95	5,00	17,45	33,40	267,20	1.870,40	8.016,00	-	-	11,17	66,99	468,93	2.008,70				
Grupos eléctricos 50 Kw Perkins MP60I	10,15	2,75	9,60	19,75	158,00	1.106,00	4.740,00	-	-	7,11	42,63	298,41	1.278,90				
Compresora 350 cfm, ATLAS COPCO XATSS375	17,40	4,00	13,96	31,36	250,88	1.756,16	7.526,40	-	-	12,18	73,08	511,56	2.192,40				
Maquina de Termofusion 6" - 18" McEroy 618	50,75	2,50	8,73	59,48	475,84	3.330,88	14.275,20	-	-	35,53	213,15	1.482,05	6.394,50				
Maquina de Termofusion 4" - 12" McEroy 412	30,45	2,00	6,98	37,43	299,44	2.066,08	8.963,20	-	-	21,32	127,69	885,23	3.836,70				
Maquina de Termofusion 1" - 4" McEroy 14	21,75	1,50	5,24	26,99	215,82	1.511,44	6.477,60	-	-	15,23	81,35	538,45	2.740,50				
Máquinas de Soldar TIG 400 A	3,34	0,00	0,00	3,34	26,72	187,04	1.002,00	-	-	2,34	18,70	130,93	561,12				
Máquinas de Soldar Eléctrica 400 A	2,49	0,00	0,00	2,49	19,92	139,44	747,00	-	-	1,74	13,94	97,61	418,32				
Andamios	0,39	0,00	0,00	0,39	3,12	21,84	117,00	-	-	0,27	2,18	15,29	65,52				
Equipo de corte X-31	0,90	0,00	0,00	0,90	7,20	50,40	270,00	-	-	0,63	5,04	35,28	151,20				
Esmeril Eléctrico Angular	0,34	0,00	0,00	0,34	2,72	19,04	102,00	-	-	0,24	1,90	13,33	57,12				
Gata hidráulica de 10 ton	0,46	0,00	0,00	0,46	3,68	25,76	138,00	-	-	0,32	2,58	18,03	77,28				
Gata hidráulica de 20 ton	0,51	0,00	0,00	0,51	4,08	28,56	153,00	-	-	0,36	2,86	19,99	85,68				
Gata hidráulica de 50 ton	0,67	0,00	0,00	0,67	5,36	37,52	201,00	-	-	0,47	3,75	26,26	112,56				
Gata hidráulica de 100 ton	0,85	0,00	0,00	0,85	6,80	47,60	255,00	-	-	0,60	4,76	33,32	142,80				
Horno eléctrico para soldadura	0,30	0,00	0,00	0,30	2,40	16,80	90,00	-	-	0,21	1,68	11,76	50,40				
Martín de Herramientas	0,29	0,00	0,00	0,29	2,32	16,24	87,00	-	-	0,20	1,62	11,37	48,72				
Tablero distribución eléctrica	1,14	0,00	0,00	1,14	9,12	63,84	342,00	-	-	0,80	6,38	44,69	191,52				
Tablero toma fuerza	2,08	0,00	0,00	2,08	16,64	116,48	624,00	-	-	1,46	11,65	81,54	349,44				
Tablero 1-1/4" con base magnética	0,90	0,00	0,00	0,90	7,20	50,40	270,00	-	-	0,63	5,04	35,28	151,20				
Tablero Eléctrico 1/2" - 3/4"	0,94	0,00	0,00	0,94	7,52	52,64	282,00	-	-	0,66	5,26	36,85	157,52				
Torquímetro 3000 lb-pie	0,50	0,00	0,00	0,50	4,00	28,00	150,00	-	-	0,35	2,80	19,60	84,00				
Tecle de 3 ton	0,58	0,00	0,00	0,58	4,64	32,48	174,00	-	-	0,41	3,25	22,74	97,44				
Tecle de 5 ton	0,66	0,00	0,00	0,66	5,28	36,96	198,00	-	-	0,46	3,70	25,87	110,88				
Tecle ratchet 1,5 ton	0,17	0,00	0,00	0,17	1,36	9,52	51,00	-	-	0,12	0,95	6,66	28,56				
Tecle ratchet 3 ton	0,22	0,00	0,00	0,22	1,76	12,32	66,00	-	-	0,15	1,23	8,62	36,96				
Tirford de 1.5 ton	0,32	0,00	0,00	0,32	2,56	17,92	96,00	-	-	0,22	1,79	12,54	53,76				
Tirford de 3 ton	0,66	0,00	0,00	0,66	5,28	36,96	198,00	-	-	0,46	3,70	25,87	110,88				
Dobladora Hidráulica hasta 4"	2,22	0,00	0,00	2,22	17,76	124,32	666,00	-	-	1,55	12,43	87,02	372,96				
Bomba de Agua Alta Presion	12,29	0,00	0,00	12,29	98,32	688,24	3.687,00	-	-	8,60	68,82	481,77	2.064,72				
Roscadora 1/4" - 4" NPT Marca Ridgid	5,22	0,00	0,00	5,22	41,76	292,32	1.566,00	-	-	3,65	29,23	204,62	876,96				
Prensa Terminales hidráulico 12 Ton 8AWG - 750	1,32	0,00	0,00	1,32	10,56	73,92	396,00	-	-	0,92	7,39	51,74	221,76				
Megómetro hasta 40 ohmios	8,37	0,00	0,00	8,37	66,96	468,72	2.511,00	-	-	5,86	46,87	328,10	1.406,16				