



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACION DE NUEVOS RATIOS DE HORAS HOMBRE POR METRO CÚBICO (HH/M3) PARA MEJORAR LOS PRESUPUESTOS DE OBRAS CIVILES EN HAUG S.A”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Enrique Alvaro Castillo Herrera

Asesor:

Ing. Erick Humberto Rabanal Chavez
<https://orcid.org/0000-0002-1289-1221>

Lima - Perú

2023

INFORME DE SIMILITUD

TS Enrique Castillo

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	www.haug.com.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
8	noticias.arq.com.mx Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.upecen.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Dedico este proyecto de titulación a Dios, nuestro señor todo poderoso por guiarnos en el camino del bien y acompañarnos en cada paso que damos.

A mis padres que siempre me apoyan y ser el soporte de cada caída para así levantarnos y ser más fuertes día tras día.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los docentes de la universidad privada del norte por ser nuestros mentores en la enseñanza, compartieron todos sus conocimientos, no solo de estudios sino también de la vida, ahora que ya estoy a un paso de titularme de la carrera de ingeniería civil, siempre recordaremos sus enseñanzas. También agradecer a mi centro de labores que creyó en mí y me dio la oportunidad de demostrar y ejercer todo lo aprendido en estos 9 años de trabajo profesional.

Muchas gracias a todos.

Tabla de contenidos

INFORME DE SIMILITUD.....	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Antecedentes de la empresa	10
1.2. Realidad problemática.....	20
1.3. Justificación	21
1.4. Formulación de objetivos.....	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Antecedentes de trabajos de investigación.....	24
2.2. Contexto actual del sector construcción en minería e hidrocarburos	34
2.3. Teoría del consumo de mano de obra.....	36
2.4. Factores que afectan el rendimiento de mano de obra	38
2.5. Métodos de estimación del rendimiento de la mano de obra por cada actividad	53
2.6. Ratios, horas hombre y cuadrillas	56
2.7. Limitaciones.....	57
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	58
3.1. Contexto general	58
3.2. Proyecto 1	59
3.3. Proyecto 2	65
3.4. Proyecto 3	71
3.5. Proyecto 4	78
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	84
4.1. Metodología de estimación de ratios para el cálculo hh/m ³	84
4.2. Modificaciones en el alcance del proyecto.....	85
4.3. Características específicas de cada proyecto	87
4.4. Comparación en los ratios de hh/m ³ de los proyectos analizados.....	88
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1. Conclusiones.....	89
5.2. Recomendaciones.....	92
REFERENCIAS.....	93
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Calificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra	38
Tabla 2	Factores que afectan el rendimiento de mano de obra	39
Tabla 3	Rangos de afectación de cada factor	52
Tabla 4	Factores que disminuyen la productibilidad	56
Tabla 5	Proyecto 1 - Metrado y horas hombre presupuestadas.....	61
Tabla 6	Proyecto 1 - Porcentaje de avance de mano de obra por mes	62
Tabla 7	Proyecto 1 - Reporte de horas hombre en obra, mes 1	62
Tabla 8	Proyecto 1 - Reporte de horas hombre en obra, mes 2	63
Tabla 9	Proyecto 1 - Reporte de horas hombre en obra, mes 3	63
Tabla 10	Proyecto 1 - Metrado y horas hombre ejecutadas	64
Tabla 11	Proyecto 2 - Metrado y horas hombre presupuestadas.....	67
Tabla 12	Proyecto 2 - Porcentaje de avance de mano de obra por mes	68
Tabla 13	Proyecto 2 - Reporte de horas hombre en obra, mes 1	68
Tabla 14	Proyecto 2 - Reporte de horas hombre en obra, mes 2.....	68
Tabla 15	Proyecto 2 - Reporte de horas hombre en obra, mes 3.....	69
Tabla 16	Proyecto 2 - Reporte de horas hombre en obra, mes 4.....	69
Tabla 17	Proyecto 2 - Metrado y horas hombre ejecutadas	70
Tabla 18	Proyecto 3 - Metrado y horas hombre presupuestadas.....	74
Tabla 19	Proyecto 3 - Porcentaje de avance de mano de obra por mes	74
Tabla 20	Proyecto 3 - Reporte de horas hombre en obra, mes 1.....	75
Tabla 21	Proyecto 3 - Reporte de horas hombre en obra, mes 2.....	75
Tabla 22	Proyecto 3 - Reporte de horas hombre en obra, mes 3.....	76
Tabla 23	Proyecto 3 - Reporte de horas hombre en obra, mes 4.....	76
Tabla 24	Proyecto 3 - Metrado y horas hombre ejecutadas	77
Tabla 25	Proyecto 4 - Metrado y horas hombre presupuestadas.....	80
Tabla 26	Proyecto 4 - Porcentaje de avance de mano de obra por mes	81
Tabla 27	Proyecto 4 - Reporte de horas hombre en obra, mes 1.....	81
Tabla 28	Proyecto 4 - Reporte de horas hombre en obra, mes 2.....	82
Tabla 29	Proyecto 4 - Reporte de horas hombre en obra, mes 3.....	82
Tabla 30	Proyecto 4 - Metrado y horas hombre ejecutadas	83
Tabla 31	Metodología de estimación de ratios	84
Tabla 32	Modificaciones en el alcance del proyecto	85
Tabla 33	Características específicas de los proyectos investigados.....	87
Tabla 34	Comparación de proyectos en los ratios de hh/m ³ presupuestadas y ejecutadas al termino de obra	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Plano de localizacion HAUG S.A: Parcela Parcela 10368 Ex Fundo Santa Rosa Lurín - Lima - Perú	18
Figura 2	Organigrama corporativo HAUG S.A.....	19
Figura 3	Economía general en la construcción.....	40
Figura 4	Condiciones climáticas en la construcción.....	42
Figura 5	Tipos de actividades en la construcción.....	43
Figura 6	Calidad de supervisión en la construcción.....	47
Figura 7	Habilidades y experiencia del trabajador en la construcción.....	50
Figura 8	Organigrama de obra - Proyecto 1.....	61
Figura 9	Organigrama de obra – Proyecto 2.....	67
Figura 10	Organigrama de obra – Proyecto 3.....	73
Figura 11	Organigrama de obra – Proyecto 4.....	80

RESUMEN EJECUTIVO

Para el presente trabajo, se analizó diversos proyectos que HAUG S.A ha presupuestado y ejecutado durante mi período de trabajo a lo largo de estos años. HAUG S.A al ser una empresa especialista en metalmecánica también realiza trabajos complementarios de obras civiles que representan el 15% del valor total del presupuesto, en el transcurso de mi experiencia, he notado que los ratios de horas hombre por metro cúbico de concreto (hh/m³) utilizados por la empresa al elaborar el presupuesto difieren de los que se aplican cuando se ejecuta el proyecto. Con el objetivo de comprender mejor la naturaleza de estas discrepancias y cómo diversos factores, como ubicación, estación y altitud, influyen en los ratios finales al término de los proyectos, he recopilado información de registros de trabajo en el terreno, informes semanales de tareas y cronogramas de progreso de cuatro proyectos ubicados en diferentes lugares, estaciones y altitudes. La Tabla 34 presenta una comparación de ratios presupuestados y ratios ejecutados al final de cada proyecto. Esta información es fundamental para identificar patrones y tendencias que puedan ayudar a mejorar la precisión en los presupuestos y la ejecución de futuros proyectos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En el competitivo mundo de la industria de la construcción, la precisión en la estimación de costos desempeña un papel fundamental en el éxito de los proyectos. Haug S.A., una empresa dedicada a la construcción y montaje electromecánico, mantenimiento, y fabricaciones metalmeccánicas, se enfrenta a desafíos significativos en cuanto a la estimación de costos en sus proyectos de construcción. La inexactitud en las estimaciones presupuestarias no solo puede afectar la rentabilidad de la empresa, sino también su reputación y capacidad para cumplir con los compromisos contractuales.

Durante mi período de empleo en HAUG S.A, que abarca varios años, he tenido la oportunidad de trabajar en diversos proyectos de construcción, tanto en el ámbito de la metalmeccánica como en obras civiles. Esta experiencia me ha permitido tener una visión integral de las operaciones de la empresa y un conocimiento profundo de sus desafíos.

Para obtener una comprensión más completa en la implementación de nuevos ratios, he recopilado información directamente del terreno. Esto ha incluido el seguimiento y registro de datos relacionados con la ejecución de proyectos en diferentes ubicaciones, estaciones y altitudes. He analizado informes semanales de tareas y cronogramas de progreso para evaluar cómo diversos factores impactan en los ratios de horas hombre por metro cúbico (hh/m³) en la precisión del presupuesto.

El presente trabajo tiene como objetivo implementar nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los presupuestos de obras civiles de manera efectiva. A través de la combinación de experiencia y conocimientos, y así ofrecer estimaciones más precisas según las características de cada proyecto.

1.1. Antecedentes de la empresa

HAUG S.A es una compañía peruana con una trayectoria de más de 70 años en el sector, dedicada a la realización de proyectos especializados en áreas como Construcción y Montaje Electromecánico, Mantenimiento y Fabricaciones Metalmeccánicas. La empresa tiene una presencia comercial establecida en Perú, Chile y Argentina, y ha llevado a cabo proyectos en diversos países, incluyendo Bolivia, Cuba y República Dominicana.

Nuestra gama de servicios abarca desde la ingeniería básica y detallada hasta la fabricación de tanques de almacenamiento y procesos, trabajos de calderería, estructuras de acero inoxidable, instalación de ductos y tuberías, montaje electromecánico, proyectos especiales e industriales, proyectos "llave en mano", así como mantenimiento industrial y servicios mineros, entre otros.

En nuestra lista de clientes, incluimos a las empresas líderes tanto a nivel nacional como internacional en los ámbitos de minería, energía, petróleo y gas. Contamos con un equipo de profesionales altamente competentes y con una amplia experiencia en diversas especialidades. Nuestro equipo está formado por individuos dinámicos y con la capacidad de afrontar los desafíos y exigencias cambiantes del mundo actual

1.1.1. Misión

Ofrecer servicios en nuestra área de experiencia con un enfoque en la excelencia, la seguridad, la integridad y la rentabilidad, con el propósito de asegurar la completa satisfacción de nuestros clientes y cumplir con nuestras obligaciones tanto en el ámbito social como empresarial.

1.1.2. Visión

Convertirse en una empresa destacada en el ámbito de la Ingeniería, Construcción y Montaje, expandiendo su alcance tanto en el Perú como en el extranjero, fundamentada en estándares rigurosos de calidad y una cultura de innovación

1.1.3. Valores

- **Honestidad:** HAUG SA se compromete a tomar decisiones basadas en la verdad y la equidad genuina, asegurándose de otorgar a cada individuo lo que le corresponde
- **Compromiso:** Dedicar todo nuestro esfuerzo y habilidades al cumplimiento exitoso de todas las responsabilidades que nos han sido encomendadas.
- **Respeto:** Reconocer la importancia de los demás, mostrar respeto por su autoridad y preservar su dignidad, manteniendo un compromiso constante con la verdad.
- **Lealtad y fidelidad:** La lealtad implica mantenerse fiel a la responsabilidad de proteger lo que valoramos y fidelidad es la virtud que nos lleva a cumplir una promesa de manera comprometida.
- **Solidaridad:** Un valor mediante el cual experimentamos una sensación de unidad y solidaridad, al compartir responsabilidades, intereses y objetivos comunes
- **Cumplimiento:** Aceptar la responsabilidad de llevar a cabo lo que se ha prometido de acuerdo con los estándares de calidad y dentro del plazo establecido.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

- **Seriedad:** La disposición que adoptamos para llevar a cabo nuestras responsabilidades y acatar nuestros compromisos
- **Calidad:** Conjunto de atributos de un producto que atiende a las demandas de los clientes, resultando en la satisfacción del producto.
- **Eficiencia:** La garantía de desempeñar nuestras funciones empresariales de manera adecuada y segura.

1.1.4. Alcance

Ofrecemos servicios que abarcan la comercialización, planificación, diseño detallado, así como la fabricación y montaje de tanques, estructuras y construcciones metálicas en el campo de la ingeniería electromecánica.

1.1.5. Gestión de Calidad

El departamento de Control de Calidad se encarga de supervisar y seguir de cerca los procesos a lo largo de la ejecución de proyectos, tanto en las instalaciones como en las obras. En cada área de especialización, se aplican rigurosos controles e inspecciones que requieren la participación de personal debidamente capacitado y el uso de instrumentos y equipos que se mantienen en condiciones óptimas de calibración. Todos los hallazgos de estas inspecciones y pruebas, así como sus resultados, se registran meticulosamente. Estos registros incluyen detalles sobre la recepción de materiales, trazabilidad, verificación de dimensiones, inspección visual de soldaduras, pruebas de tintes penetrantes, radiografías, ultrasonidos, inspección de partículas magnéticas y otros procedimientos, entre otros.

1.1.6. Seguridad y Salud

La seguridad se basa en la prevención de riesgos y busca eliminarlos mediante la aplicación de medidas y actividades de control. En resumen, implica técnicas, procedimientos y esfuerzo para reducir o eliminar accidentes.

Nuestra principal prioridad es prevenir accidentes laborales, ya sean leves, graves o muy graves. Para abordar estos incidentes, debemos considerar que la causa principal suele ser el factor humano. Por lo tanto, las herramientas para prevenirlos incluyen la formación, la información y la implementación de procedimientos de trabajo que minimizan la exposición al riesgo. Reconocer, evaluar y gestionar los posibles peligros o riesgos asociados a nuestras operaciones es de suma importancia. También promovemos la formación y las medidas para prevenir estos riesgos. Esto no es solo una obligación, sino un principio que toda la organización está comprometida a seguir.

1.1.7. Responsabilidad Social Empresarial

HAUG S.A demuestra su compromiso hacia sus colaboradores, proveedores, clientes, el entorno ambiental y las comunidades que se ubican tanto en las áreas cercanas como en las influencias indirectas de nuestra planta en Lurín, así como en los proyectos que llevamos a cabo en diversas regiones de Perú. Esto se refleja a través de nuestro programa social, conocido como "Casa Haug", cuyo propósito principal es impulsar el desarrollo comunitario. Llevamos a cabo programas educativos y proyectos productivos con el propósito de impulsar el crecimiento integral de la población de Lurín, abarcando a niños, adolescentes, jóvenes, mujeres y adultos mayores.

Nuestros proyectos educativos se enfocan en ofrecer talleres diseñados de manera creativa y que se adaptan a las necesidades específicas de la comunidad. Esto se logra a través

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A de enfoques lúdicos que garantizan un crecimiento sostenible en la comunidad. Esta experiencia nos ha permitido aumentar y mantener el número de beneficiarios a lo largo del tiempo.

1.1.8. Medio Ambiente

En HAUG S.A., gracias al compromiso de nuestros colaboradores, hemos implementado medidas esenciales para la reducción de los impactos ambientales. Este enfoque no solo ha mejorado la eficiencia productiva, sino que también nos ha llevado a asumir la responsabilidad de preservar el entorno y prevenir la contaminación ambiental.

Un componente crucial para alcanzar estos objetivos implica la sensibilización tanto de nuestros empleados como de las comunidades a nuestro alrededor. Desarrollamos actividades diseñadas para fomentar la conciencia ambiental y promover la difusión del conocimiento en nuestra área de influencia.

1.1.9. Principales trabajos realizados y clientes

- **Faja Overland Tintaya – Antapaccay**

Realización de tareas electromecánicas en el proyecto de la Faja Overland Tintaya, que incluyen el ensamblaje de estructuras, la instalación de transportadores de faja, actividades de instrumentación y control, así como la fase de comisionado y puesta en marcha.

- ✓ 200,000 horas hombres ejecutadas.
- ✓ 5,000 toneladas fabricadas e instaladas.
- ✓ 50,000 metros de cables eléctricos instalados
- ✓ 1500 metros cúbicos de concreto instalados.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

- **Montaje Planta Ore Sorting - Minsur**

Realización del ensamblaje electromecánico en el proyecto de Sistema de Pre-Concentración de Mineral Marginal en la Cancha 35 de Minera San Rafael, que involucra la fabricación y montaje de estructuras metálicas, techos, y componentes de tuberías (spools).

- ✓ 120,000 horas hombres ejecutadas.
- ✓ 268 toneladas fabricadas e instaladas.
- ✓ 1580 metros de tuberías instaladas
- ✓ 350 metros cúbicos de concreto instalados.

- **Pascua - Lama**

Realización de labores de ingeniería, abastecimiento, producción y montaje de un total de 38 tanques y 14 espesadores conforme a las regulaciones de la norma API 650 en el Proyecto Pascua Lama.

- ✓ 28,000 horas hombres ejecutadas.
- ✓ 14,000 toneladas de tanques de procesado instaladas.
- ✓ 150 metros cúbicos de concreto instalados.

- **Montaje PTAR - Yanacocha**

Obras civiles y montaje electromecánico de la Nueva EWTP La Quinua

- ✓ 50,000 horas hombres ejecutadas.
- ✓ 180 toneladas de estructuras metálicas instaladas.
- ✓ 200 toneladas en tanques instaladas.
- ✓ 310 metros cúbicos de concreto instalados.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

- **Montaje Faja Transportadora - SPCC**

Instalación electromecánica de la Faja CV-203 y la prolongación de la Faja No 01 ya existente (CV-301) en el marco del proyecto de Ampliación de Mina Cuajone.

- ✓ 100,000 horas hombres ejecutadas.
- ✓ 4,000 toneladas de estructuras metálicas instaladas.
- ✓ 40,000 metros de cables eléctricos instaladas.
- ✓ 560 metros cúbicos de concreto instalados.

- **Montaje Chancadora Primaria – SPCC**

Instalación electromecánica del Chancador Primario, la Faja de Transferencia (CV-101), la Torre de Transferencia (CV-101/CV-102) y la Faja de Sacrificio (CV-102) en el contexto del Proyecto de Mejora Tecnológica Cuajone.

- ✓ 35,000 horas hombres ejecutadas.
- ✓ 2,000 toneladas de estructuras metálicas instaladas.
- ✓ 40,000 metros de cables eléctricos instaladas.
- ✓ 160 metros cúbicos de concreto instalados.

- **Terminales del Perú**

Ingeniería, fabricación y montaje de 6 tanques de 90 M barriles.

- ✓ 46,000 horas hombres ejecutadas.
- ✓ 600 toneladas de tanques instaladas.
- ✓ 2,500 metros cúbicos de concreto instalados.

1.1.10. Sedes:

- **Perú**

- ✓ Ubicación: Parcela 10368 Ex Fundo Santa Rosa Lurín - Lima - Perú
- ✓ Teléfono: + 51 1 613 4545
- ✓ Correo electrónico: tecnica@haug.com.pe

- **Chile**

- ✓ Ubicación: General Holley #2363-A, Oficina 201, Providencia
- ✓ Teléfono: + 56 2 22337567
- ✓ comercial@haug.cl

- **Argentina**

- ✓ Ubicación: L. N. Alem 1050 9 Piso C1001AAS Buenos Aires
- ✓ Teléfono: +54 11 60917300
- ✓ comercial@haug.com.ar

- **Panamá**

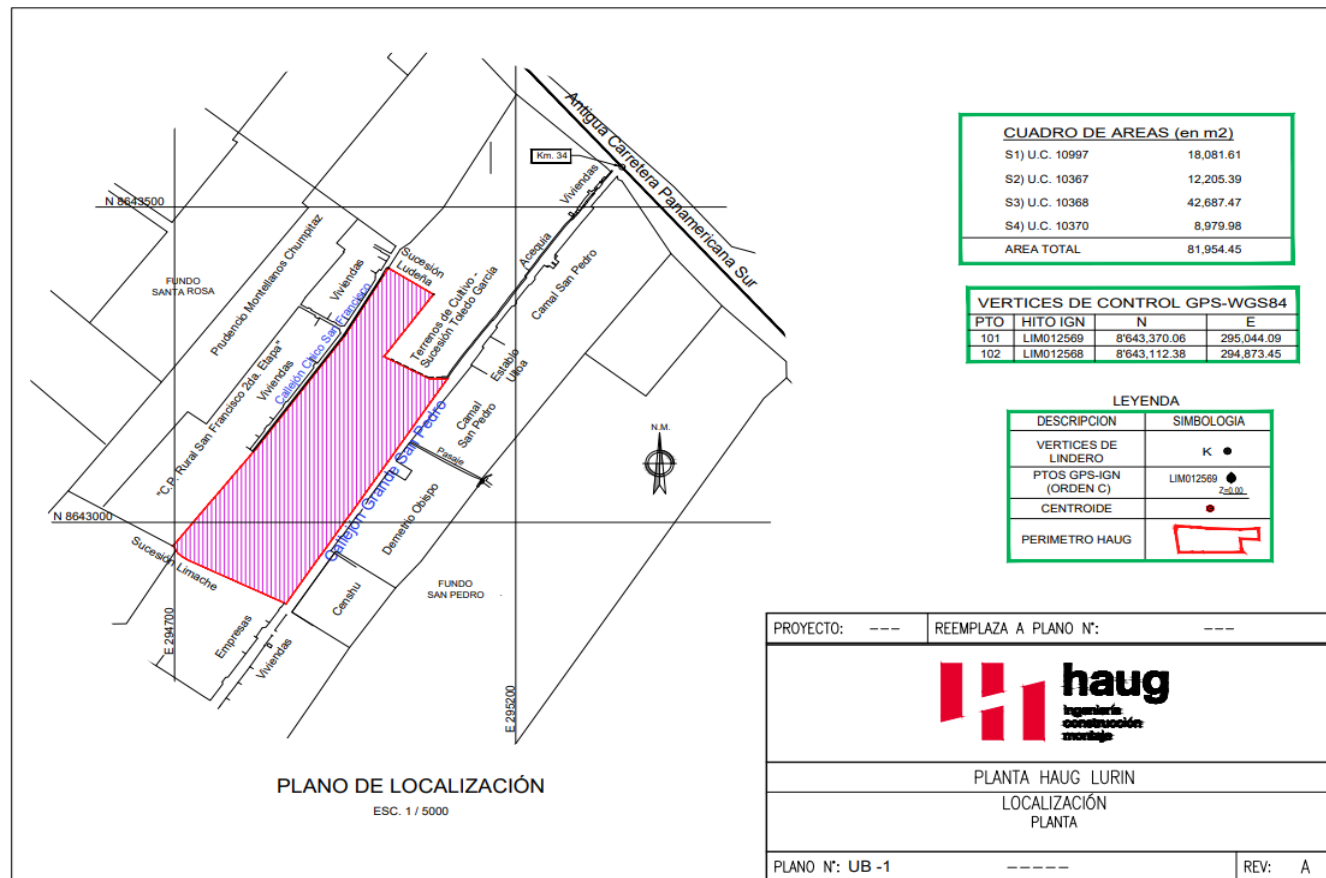
- ✓ Ubicación: Calle Punta Colón, Urb. Punta Pacífica Pacific Village, Tower One and Tower Two Torre 1 – Piso 39
- ✓ Teléfono: 0050766755442
- ✓ comercial@haug.com.pe

para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A
1.1.11. Ubicación

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m3)

Figura 1

Plano de localizacion HAUG S.A: Parcela Parcela 10368 Ex Fundo Santa Rosa Lurín - Lima - Perú



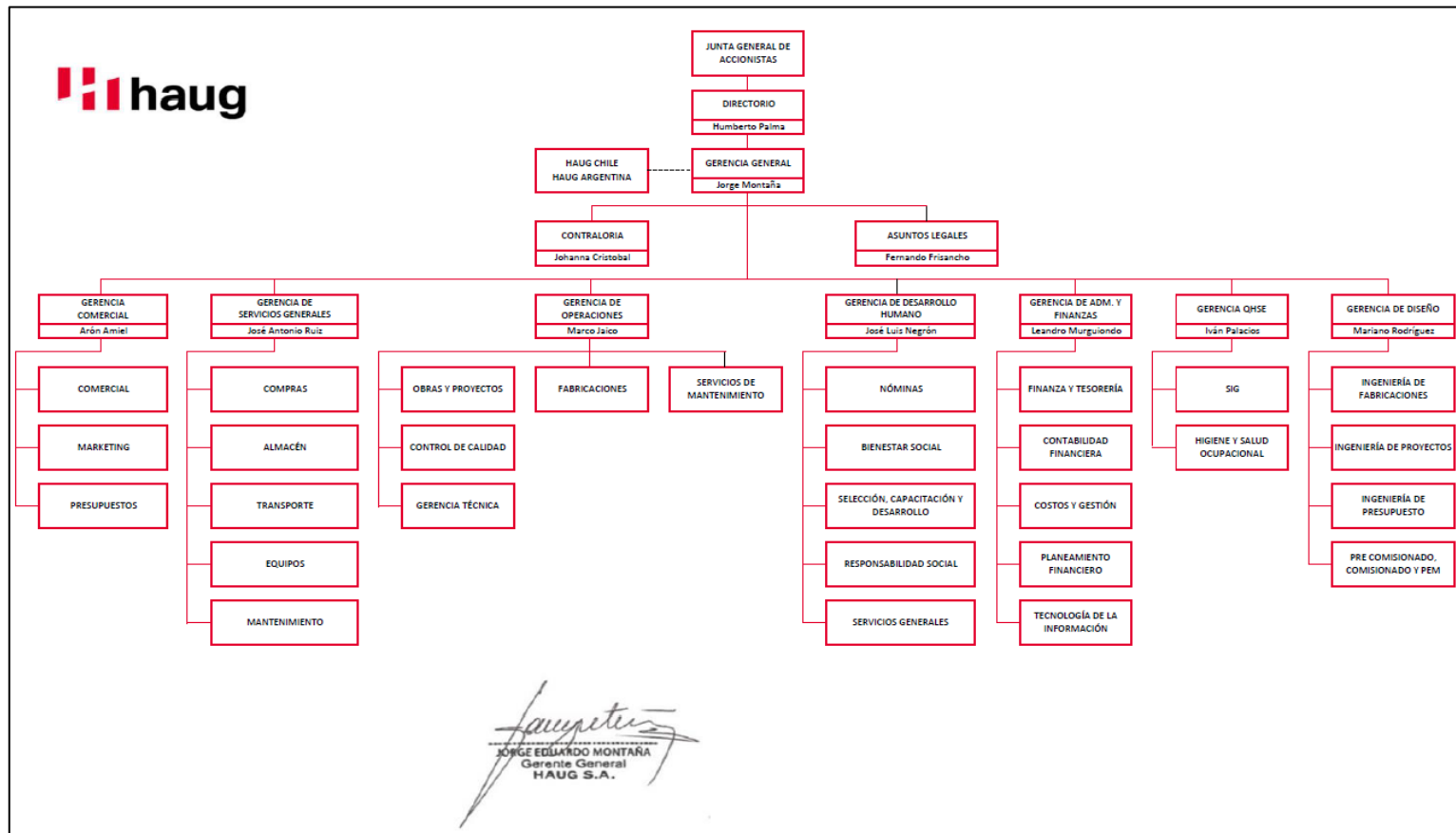
para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

1.1.12. Organigrama corporativo

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m3)

Figura 2

Organigrama corporativo HAUG S.A.



1.2. Realidad problemática

En la empresa HAUG S.A, que se especializa en la ejecución de proyectos de metalmecánica, ha identificado una realidad problemática preocupante. A lo largo de estos años, se ha observado una brecha significativa entre los ratios que se estiman en los presupuestos y los ratios reales al finalizar la ejecución. Esta variación se ha vuelto aún más pronunciada en el caso de obras de concreto, si bien esta actividad representa el 15% del valor total de la obra, de tal forma es un componente fundamental en el presupuesto del proyecto.

Esta realidad ha generado inquietudes en la empresa, ya que la variación entre los costos previstos y los costos reales tiene un impacto directo en la rentabilidad de los proyectos y la eficiencia operativa. Además, plantea interrogantes sobre la precisión de los métodos de estimación utilizados y la gestión de recursos en los proyectos de ejecutados.

La empresa se encuentra en la necesidad apremiante de abordar esta situación problemática para mejorar la precisión en la planificación presupuestaria, garantizar la rentabilidad de los proyectos y mantener la competitividad en el mercado de la construcción. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo una implementación de nuevos ratios para optimizar la gestión de costos en los proyectos de construcción.

1.2.1. Formulación del problema

¿Como la implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cúbico (HH/M³) mejoran la precisión de la estimación presupuestaria en proyectos de obras civiles en HAUG S.A

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Se está usando estimaciones ineficientes o desactualizadas para calcular los costos presupuestados en los proyectos, lo que resulta en estimaciones inexactas?
- ¿Se están produciendo cambios en el alcance del proyecto a lo largo de su ejecución, ya sea por decisiones internas o factores externos, estas pueden cambiar el ratio de hh/m³?
- ¿Los ratios de hh/m³ utilizados pueden no ser apropiados para proyectos con características específicas, como condiciones climáticas, ubicaciones geográficas o altitudes (metros sobre el nivel del mar), lo que podría influir en la precisión de las estimaciones de hh/m³?

1.3. Justificación

De acuerdo con Suarez Salazar (1977) “Toda obra realizada por el hombre es motivada por una necesidad, ya sea estética, de abrigo, de alimento o de supervivencia, y para satisfacerla, se hace a nuestro juicio necesaria, una técnica para plantearla, un tiempo para construirla y los recursos necesarios para llevarla a cabo” (pág. 22).

La discrepancia entre los costos presupuestados y los costos reales en proyectos de construcción es un problema crítico que afecta significativamente la eficiencia operativa y la rentabilidad de HAUG S.A. Esta situación tiene un impacto directo en la capacidad de la empresa para cumplir con sus objetivos financieros y para mantenerse competitiva en un mercado de construcción altamente competitivo.

La variación entre los costos presupuestados y los costos reales puede llevar a pérdidas financieras significativas en cada proyecto, esto afecta negativamente la rentabilidad de la empresa y su capacidad para generar beneficios. En un mercado de construcción competitivo, las empresas que no pueden controlar sus costos corren el riesgo de perder contratos frente a competidores que pueden ofrecer presupuestos más precisos y rentables.

La capacidad de HAUG S.A. para mantenerse y crecer en el mercado a largo plazo está en peligro debido a las pérdidas financieras sostenidas causadas por esta discrepancia, estas causas pueden ser por falta de precisión en la estimación de costos y la gestión ineficiente en la ejecución del proyecto, resolviendo esta discrepancia permitirá a la empresa optimizar sus procesos de estimación presupuestaria y ejecución de proyectos, lo que conducirá a una mayor eficiencia y rentabilidad.

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Mejorar la precisión en la estimación del presupuesto en proyectos de obras civiles en HAUG S.A. a través de la implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cúbico (hh/m³).

1.4.2. Objetivo específico

- Revisar y actualizar las metodologías de estimación para calcular las hh/m³ e incorporar prácticas más eficientes y actuales.

- Analizar si las modificaciones en el alcance del proyecto tienen un impacto directo en la eficiencia y la productividad en términos de hh/m³ estimadas al presentar el presupuesto.
- Determinar si las características específicas de cada proyecto como condiciones climáticas, ubicaciones geográficas o altitudes pueden influir en la precisión de las estimaciones de horas hombre por metro cubico (hh/m³).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de trabajos de investigación

2.1.1. Nacionales

Saravia J., & Rimachi Q. (2021) En tesis titulada Costos y presupuestos de construcción de edificaciones y la rentabilidad económica de la empresa Constructora Goti Asociados Diseña & Construye S.A.C. del Distrito de Wanchaq periodo 2018. El autor de la investigación buscó determinar de manera adecuada y técnica los costos del servicio de construcción de edificaciones, cuyos resultados benefician en la rentabilidad de la empresa materia de investigación.

Por lo que se utilizó la metodología en base a una investigación de tipo básica, de enfoque cuantitativo, de diseño no experimental y de alcance descriptivo, siendo la población y muestra la empresa Constructora Goti Asociados Diseña & Construye S.A.C. lo que implica que el estudio se enfocó en describir y analizar la situación de los costos y presupuestos de construcción en la empresa, así como su impacto en la rentabilidad, sin necesariamente intentar establecer relaciones de causa y efecto.

De igual forma, concluye que la determinación de costos y presupuestos en la ejecución de obras de edificaciones por parte de la empresa GOTI asociados se realiza de forma antitécnica, porque no se consideran todos los elementos que intervienen en los costos de construcción, entre ellos algunas partidas presupuestales y el detalle del costo de mano de obra.

Por esa razón, en numerosos sectores, incluida la construcción, es frecuente que algunas empresas intenten disfrazar sus costos o presentar sus datos financieros de una manera que los haga parecer más positivos de lo que realmente son.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Aliaga Z. (2019) En tesis titulada Análisis del rendimiento de mano de obra en el proyecto de sistema de captación de agua potable en el anexo de cruz de mayo del distrito de Andamarca, provincia de Concepción – Región Junín. El objetivo general de este estudio consiste en divulgar los rendimientos reales de mano de obra en las partidas de mayor importancia en proyectos de este tipo, que son frecuentes en su ejecución. Para lograr este propósito, se examinó un proyecto específico destinado al anexo de Cruz de Mayo, ejecutado por la Municipalidad Distrital de Andamarca. Durante este análisis, se evaluaron los rendimientos de mano de obra en cada partida de mayor relevancia, basándonos en el análisis del expediente técnico del proyecto en cuestión.

Los datos recopilados se utilizaron para calcular los rendimientos de mano de obra reales en cada obra y, posteriormente, se procedió a compararlos y analizarlos. Esto permitió obtener un promedio de rendimiento en las partidas de mayor incidencia. Estos datos finales se establecerán como una base de información sobre los rendimientos reales de mano de obra aplicables a proyectos similares.

Esta investigación representa una contribución significativa al ámbito de la construcción, específicamente en lo que respecta al estudio de la mano de obra en la zona del anexo de Cruz de Mayo, distrito de Andamarca, y áreas geográficas afines. Además, aporta nuevos datos sobre los rendimientos necesarios para la elaboración de expedientes técnicos relacionados con sistemas de captación de agua potable, ya que proporciona información objetiva sobre los rendimientos de mano de obra en el lugar de ejecución. Al concluir la investigación, se presenta un cuadro resumen que compara los rendimientos de mano de obra de las partidas de mayor incidencia del expediente técnico, incluyendo aquellos propuestos por CAPECO y los obtenidos en este estudio, lo que permite un análisis detallado de las diferencias entre ellos.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Mantilla G, (2014) En tesis titulada Rendimiento de la mano de obra en proyectos de saneamiento básico, ejecutados por administración directa, en zonas rurales de la Encañada – Cajamarca. Esta investigación se llevó a cabo en la zona rural del distrito de Encañada durante el período de enero a septiembre de 2014. Durante este tiempo, se recopiló, evaluó y sistematizó información relacionada con el desempeño de la fuerza laboral empleada en proyectos de saneamiento básico ejecutados mediante administración directa. Se seleccionaron tres proyectos representativos como muestra y se realizó un análisis específico de las partidas en las que el costo de la mano de obra representaba más del 30% del costo total de cada actividad.

Posteriormente, se llevaron a cabo cálculos mediante operaciones matemáticas y estadísticas para determinar el promedio del rendimiento diario de cada partida estudiada. Además, se estableció una comparación con los rendimientos indicados en el expediente técnico y los estándares proporcionados por la CAPECO (Cámara peruana de la Construcción).

Los resultados revelaron que el costo de la mano de obra tenía una incidencia significativa en relación con el costo total directo de la obra, representando un 55.09%. Esto demuestra que este factor es más influyente en los costos totales que los materiales, maquinaria y equipos utilizados. En cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se calcularon para un total de 17 partidas. De estas, 11 partidas presentaron rendimientos por debajo de los estándares establecidos por la CAPECO, mientras que 2 partidas superaron dichos estándares. Las 4 partidas restantes no habían sido objeto de estudio por parte de la CAPECO.

En autor concluye que existe una variación significativa en la aplicación de los rendimientos de la mano de obra en los expedientes técnicos de diferentes proyectos del sector público. Esto se debe en parte a la falta de regulación por parte de una entidad que estandarice y supervise el uso de los rendimientos en estos proyectos de inversión pública.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Gallardo Z, (2014) En tesis titulada Análisis y propuesta de gestión de presupuestos adicionales para contratos de obras viales. Esta investigación se centra en el análisis de la formulación de presupuestos adicionales que surgieron durante la construcción de la carretera Alfamayo-Quillabamba. Estos presupuestos adicionales desempeñaron un papel crucial en la ejecución del contrato entre la entidad y el consorcio contratista, que se basaba en un contrato de precios unitarios.

De esta manera, la metodología utilizada en la elaboración de estos presupuestos adicionales, prestando especial atención a la identificación de las causas que los generaron y al proceso de solicitud de información adicional por parte de la Contraloría General de la República. Esta entidad tiene la responsabilidad de evaluar las razones detrás de la necesidad de realizar trabajos adicionales, otorgando su aprobación o, en su defecto, rechazándolos para su reconsideración mediante un recurso de apelación.

Sin embargo, se observa que la formulación de estos presupuestos adicionales conlleva un aumento significativo en el presupuesto total de la obra. En respuesta a esto, la entidad establece restricciones legales que limitan el monto adicional permitido, lo que a su vez puede alterar el alcance real del proyecto o incluso requerir modificaciones durante su ejecución.

En este contexto, el autor propone una modificación en el momento en que la Contraloría actúa, sugiriendo que su participación debería extenderse a lo largo de todo el desarrollo del proyecto. El propósito de esta sugerencia es garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto sin alterar el marco contractual ni aumentar el presupuesto. Se propone la adopción de una sola causa para la generación de presupuestos adicionales, específicamente durante la etapa de aclaración de consultas, ya que se reconoce que los proyectos de ingeniería son susceptibles de mejoras y ajustes durante su desarrollo.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Madison J., & Reategui P. (2021) En tesis titulada Elaboración de un modelo de presupuesto y propuesta de control para alcanzar la utilidad objetiva de una empresa constructora, Tarapoto. El propósito de esta tesis es desarrollar un modelo de presupuesto y proponer un sistema de control para una empresa constructora a nivel local. Este enfoque de investigación se basa en un enfoque descriptivo y busca lograr un beneficio práctico concreto.

Durante todo el proceso de investigación, se han empleado modelos de presupuesto para proyectos de construcción civil y se ha llevado a cabo un análisis detallado de los costos tanto directos como indirectos. Además, se ha recopilado información confiable. Esto ha implicado una evaluación exhaustiva de los desafíos que afectan la obtención de una utilidad objetiva, identificando las causas subyacentes de la falta de control adecuado en la determinación de costos.

El objetivo general de la tesis es proponer un modelo de presupuesto y un sistema de control que permita alcanzar una utilidad objetiva en la empresa que es objeto de estudio. Para lograr este objetivo general, se han definido objetivos específicos que involucran la investigación y análisis de presupuestos, control y utilidades en el contexto de la construcción, el examen de la estructura presupuestaria actual de la empresa y la formulación de un modelo de presupuesto en construcción. Se ha considerado la implicación de la falta de control en todo este proceso.

Finalmente, el autor aplicó el modelo de utilizando ejemplos de presupuestos de proyectos de construcción de la empresa constructora y se analizaron los resultados. Este análisis reveló elementos que habían sido omitidos y mediciones que podrían resultar en pérdidas para la empresa. En consecuencia, se presenta un modelo de presupuesto y control que tiene como objetivo facilitar la obtención de una utilidad objetiva en cada proyecto de construcción.

2.1.2. Internacionales

Calle M., & Correa Q. (2022) En tesis titulada Análisis comparativo de presupuestos en diferentes tipos de proyectos públicos. Este proyecto de investigación tiene como objetivo comparar los presupuestos de diferentes categorías de proyectos de construcción civil, incluyendo sistemas de alcantarillado, sistemas de agua potable, cubiertas para canchas y pavimentación de vías. Estos proyectos pertenecen exclusivamente al ámbito público en la provincia del Azuay.

Se seleccionó una muestra de 12 proyectos, compuesta por 3 proyectos de cada una de las categorías mencionadas. Los datos utilizados en este análisis se obtuvieron de la plataforma pública de acceso conocida como SERCOP (Sistema Oficial de Contratación Pública).

Con este análisis se pretende identificar las causas y factores responsables de las variaciones en los costos de presupuestos de una misma categoría de proyecto. Además, se busca estandarizar los costos de los principales rubros en cada tipo de proyecto.

El autor concluye que, gracias a la investigación llevada a cabo en este documento en relación con el objetivo principal de comparar los costos de construcción de diversos proyectos de obras públicas en la provincia del Azuay, se pueden extraer las siguientes conclusiones. Cada proyecto de construcción se adapta de manera específica a las condiciones y características del entorno, así como a las necesidades de los beneficiarios en su lugar de ejecución. En consecuencia, proyectos del mismo tipo pueden variar en términos de la cantidad de actividades que involucran, lo que se refleja en diferencias en sus presupuestos. Para llevar a cabo esta comparación, se requirió realizar un análisis detallado del alcance de cada proyecto, independientemente de que puedan tener nombres muy similares

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Lascano I. (2015) En tesis titulada Rendimiento de mano de obra de los principales rubros: comprobación real en el sitio de obra. El propósito principal de esta investigación es examinar cómo los rendimientos de mano de obra influyen en la ejecución de proyectos de construcción civil. Esta necesidad surge de la importancia de analizar la productividad del personal en el sitio de trabajo durante la realización de actividades específicas que tienen un impacto significativo en el costo total de la construcción.

Este estudio se basó en precios actualizados hasta el año 2015 y datos reales recopilados en el lugar de ejecución. Se centró en analizar los rendimientos de mano de obra relacionados con actividades clave en la construcción de edificaciones, en particular, las actividades estructurales y de albañilería. Este análisis se llevó a cabo durante la construcción del Edificio Emporium en la ciudad de Guayaquil.

A lo largo del período de estudio del proyecto, se evidenció que para obtener resultados satisfactorios, es esencial considerar la capacitación adecuada del personal que participa en la construcción, además de una planificación detallada que incluya una gestión eficiente de todos los recursos disponibles. También es crucial llevar a cabo un control efectivo de la obra para evitar retrasos en la ejecución y gestionar eficazmente los aspectos financieros.

Según los hallazgos, el autor concluye que, un seguimiento riguroso y continuo por parte del personal técnico de la obra puede mejorar los rendimientos de la misma. Esto previene la aparición de problemas que puedan afectar la productividad de la obra y permite realizar diagnósticos anticipados de posibles inconvenientes, proponiendo soluciones efectivas y rentables con suficiente antelación para lograr los resultados deseados por parte del constructor.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Castro F. (2022) En tesis titulada, Administración de costos y presupuestos de obra civil, según el PMBOK ® 7MA edición. El propósito de la tesis busca Evaluar la metodología del Project Management Institute, acorde con lo contenido en la PMBOK ® Guide 7ma edición, específicamente, la gestión de los costos del proyecto, determinando los beneficios de su implementación en proyectos constructivos de edificaciones en Colombia.

La metodología empleada en este informe se caracteriza como descriptiva, y se fundamenta en los conocimientos obtenidos durante la participación en el diplomado "Project Management y liderazgo" ofrecido por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla en junio de 2021. El objetivo principal es analizar la metodología promovida por el Project Management Institute, con un enfoque específico en la gestión efectiva de costos y presupuestos en proyectos de construcción civil. Además, se busca evaluar la aplicabilidad de esta metodología en el sector productivo de interés y los beneficios que puede aportar a las empresas en Colombia. Este documento tiene la intención de proporcionar orientación valiosa a profesionales en el campo de la ingeniería civil, ofreciendo recomendaciones prácticas para mejorar la ejecución de procesos constructivos.

Es por ello, que el autor concluye llevando a cabo una evaluación de la metodología propuesta por el Project Management Institute, conforme a lo contenido en la PMBOK ® Guide 7ma edición. Se concluyó que esta guía se presenta como un complemento y es adaptable con relación a la versión anterior, la 6ta edición. En consecuencia, se desarrolló la metodología siguiendo las recomendaciones del PMI, con un enfoque particular en la gestión de costos. Durante este proceso, se identificaron beneficios sustanciales derivados de la implementación de esta metodología en procesos constructivos. Estos beneficios incluyen la gestión efectiva de la inversión económica, la capacidad de identificar y abordar acciones preventivas y correctivas, así como la asignación adecuada de recursos.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Calle C. (2013) En tesis titulada, Análisis de los rendimientos de mano de obra, equipo y materiales en edificaciones de hasta tres plantas en la ciudad de Azogues. Para este estudio de investigación, se llevó a cabo el monitoreo y la medición del consumo de mano de obra en viviendas de hasta tres pisos, construidas en el municipio de Azogues, en la Provincia del Cañar, durante el período comprendido entre noviembre de 2011 y junio de 2012. Este seguimiento se realizó utilizando la metodología desarrollada previamente por los ingenieros Antonio Cano R. y Gustavo Duque V. en el año 2000.

Las actividades que se analizaron se relacionaron con la construcción de la estructura básica (excavación, encofrado, vertido de hormigón y colocación de refuerzos de acero). La información recopilada incluyó datos sobre el consumo de mano de obra, equipo y materiales, así como factores que influyen en el consumo de mano de obra. A partir de los valores obtenidos en cada observación, se creó una base de datos que normalizó los consumos para cada una de las actividades. Además, se elaboraron análisis de precios unitarios correspondientes, que servirán como referencia para futuras edificaciones de características similares en Azogues.

Investigaciones como esta son valiosas ya que facilitan la planificación, el control y la evaluación de los costos asociados a la mano de obra, el equipo y los materiales en proyectos de construcción. También destacan que los consumos de mano de obra utilizados por las entidades públicas no son precisos y que, en muchos casos, se generalizan sin tener en cuenta factores importantes, como la altura a la que se realizan las actividades.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Acevedo P. (2015) En tesis titulada, Pérdida de productividad laboral por cambios en los proyectos en obras de construcción. El propósito de este estudio consiste en proponer enfoques adecuados que permitan calcular los gastos relacionados con la pérdida de eficiencia laboral debido a modificaciones en proyectos de construcción en Chile.

Este análisis se divide en tres fases distintas. La primera fase se enfoca en la revisión teórica de la productividad de la mano de obra, así como en la identificación de las principales razones detrás de la pérdida de eficiencia laboral en proyectos de construcción. También se examinan los métodos primordiales utilizados a nivel internacional para estimar dicha pérdida de productividad debido a cambios en proyectos.

La segunda fase implica un estudio comparativo de los métodos identificados previamente, con el fin de determinar cuáles son los más apropiados para evaluar la pérdida de eficiencia laboral en las circunstancias específicas de la industria de la construcción en Chile.

Finalmente, se lleva a cabo un análisis de un caso concreto para demostrar la aplicación práctica de los métodos propuestos.

Como resultado de esta investigación, el autor concluye que existen diversos métodos disponibles para calcular la falta de productividad debida a cambios en proyectos que pueden ser aplicados en el contexto nacional. Sin embargo, la elección del método más adecuado depende de la naturaleza y calidad de la información disponible sobre el proyecto en cuestión, ya que cada uno de estos métodos requiere datos específicos.

2.2. Contexto actual del sector construcción en minería e hidrocarburos

2.2.1. Minería

La industria de la construcción en el ámbito minero puede verse afectada por diversos elementos, incluyendo la necesidad de minerales y metales en los mercados globales, las fluctuaciones en los precios de los productos básicos, las normativas ambientales y los avances tecnológicos.

Demanda de minerales: La demanda de minerales y metales, como el cobre, el oro, el hierro y otros, puede tener un impacto significativo en la actividad minera y, por lo tanto, en la construcción de infraestructuras mineras. Los precios de estos minerales pueden fluctuar en función de la demanda global y la oferta.

Sostenibilidad y regulación ambiental: En muchos países, las empresas mineras están sometidas a regulaciones más estrictas en términos de sostenibilidad y protección ambiental. Esto puede afectar la planificación y la construcción de infraestructuras mineras, ya que se requieren medidas adicionales para minimizar el impacto ambiental.

Avance tecnológico: El sector minero está progresivamente incorporando tecnologías de vanguardia, incluyendo la automatización, la inteligencia artificial y la minería digital. Estos desarrollos pueden tener un impacto significativo en la manera en que se diseñan y construyen las instalaciones mineras

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Inversiones en infraestructura: La construcción de infraestructuras relacionadas con la minería, como carreteras, ferrocarriles, puertos y plantas de procesamiento, es esencial para la eficiencia de las operaciones mineras. Los gobiernos y las empresas pueden realizar inversiones significativas en estas áreas.

Ciclos económicos: La industria minera está sujeta a ciclos económicos, y los precios de los minerales pueden verse afectados por factores macroeconómicos globales. Esto puede influir en la inversión en nuevas infraestructuras mineras.

2.2.2. Hidrocarburos

La industria de la construcción en el ámbito de los hidrocarburos está estrechamente relacionada con la exploración y extracción de petróleo y gas, así como con las infraestructuras asociadas, que comprenden refinerías, instalaciones de procesamiento, oleoductos y gasoductos

Valores del petróleo y el gas: Los valores de estos recursos son elementos esenciales que impactan la inversión en actividades de exploración, producción y proyectos de infraestructura asociados. Las fluctuaciones en los valores pueden tener un efecto significativo en la cantidad de proyectos en curso.

Tecnología y eficiencia: La industria de hidrocarburos está adoptando tecnologías avanzadas, como la perforación horizontal y la fracturación hidráulica, para aumentar la producción y la eficiencia. Estos avances pueden influir en la construcción de infraestructuras asociadas.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Sostenibilidad y regulación ambiental: La industria de los hidrocarburos está experimentando un aumento en la preocupación por la sostenibilidad ambiental. Las compañías enfrentan presiones para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar los efectos negativos en el entorno. Esta situación puede afectar la ejecución de proyectos de construcción, haciendo necesario el uso de tecnologías más amigables con el medio ambiente

Geopolítica: Los eventos geopolíticos pueden tener un impacto significativo en el sector de hidrocarburos y la construcción de infraestructura relacionada. Cambios en las políticas de los países productores de petróleo y gas, conflictos en regiones clave y sanciones internacionales pueden afectar la inversión y los proyectos.

Inversiones en infraestructura: La construcción de infraestructura de transporte, almacenamiento y procesamiento de hidrocarburos es esencial para la industria. Los gobiernos y las empresas realizan inversiones importantes en estas áreas para garantizar un flujo constante de productos energéticos.

Cambio en la energética: La transición hacia fuentes de energía más sostenibles y renovables también está afectando al sector de hidrocarburos. Esto puede influir en la planificación y construcción de infraestructura a medida que la demanda de petróleo y gas puede cambiar en el futuro.

2.3. Teoría del consumo de mano de obra

De acuerdo a Cano R. & Dque V., (2000), “El rendimiento de la mano de obra, es decir, la cantidad de trabajo completada en un período determinado puede variar en un espectro que

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A va desde el 0% hasta el 100%. El extremo inferior representa la inactividad total, mientras que el extremo superior denota la máxima eficiencia teórica posible. Sin embargo, ninguno de estos extremos refleja la realidad de manera precisa, ya que son límites teóricos que encierran los niveles de rendimiento alcanzables en diversas condiciones.

Lo mismo se aplica a los consumos de recursos, que son los inversos de los rendimientos. Después de analizar los datos de consumo en numerosas actividades, los autores en los que nos basamos para nuestro estudio han observado una amplia dispersión en los valores. Esta variabilidad es común debido a la influencia de diversos factores en el consumo. Por lo tanto, es esencial identificar y cuantificar estos factores para obtener valores de consumo normalizados.

Diversos especialistas en eficiencia y desempeño han posicionado el nivel de productividad laboral en una escala que va del 55% al 70% dentro de un rango del 0% al 100%. En nuestro proyecto, hemos optado por considerar un nivel de productividad del 70% como el punto de referencia para establecer el estándar de rendimiento. Este será el objetivo que buscaremos alcanzar en todos los conjuntos de datos relacionados con una actividad específica

Los rendimientos en condiciones reales de trabajo se ven influenciados positiva o negativamente por una serie de factores, los cuales examinaremos detalladamente más adelante. Cuando la influencia es positiva, los rendimientos se encuentran en el rango de eficiencia del 71% al 100%, mientras que, cuando es negativa, los rendimientos caen en el rango de 0% al 69%” (pág. 9).

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Rendimiento de mano de obra: Se puede describir como la cantidad de esfuerzo invertido en una tarea particular por un equipo conformado por uno o varios trabajadores con distintas habilidades, dividida por el número de personas implicadas. Esta medida se suele expresar como um/hh (unidad de medida de la actividad por hora hombre).

Consumo de mano de obra: Se refiere a la cantidad de tiempo en horas-hombre que un grupo de trabajadores, con diversas habilidades y funciones, necesita para completar completamente una unidad de medida de una actividad específica. El uso de mano de obra se suele expresar como hh/um (horas hombre por unidad de medida) y es recíprocamente inverso al rendimiento de mano de obra.

Tabla 1

Calificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra

Eficiencia en la productividad	Rango en porcentaje
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% - 100%

Nota: Adaptado de *Rendimientos y consumos de mano de obra* (pág. 10) por Cano R. & Dque V., 2000

2.4. Factores que afectan el rendimiento de mano de obra

De acuerdo a Cano R. & Dque V., (2000), “Se elabora un inventario exhaustivo de los diversos elementos que pueden influir en la eficiencia o el uso de mano de obra al llevar a cabo cualquier tipo de actividad de construcción. Con el propósito de simplificar el análisis, hemos

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A
 dividido estos elementos en siete categorías distintas. A su vez, estas categorías se agrupan en tres clases principales:

Tabla 2

Factores que afectan el rendimiento de mano de obra

Ambiente en el que se desarrolla la obra	Características de la obra	Factores relacionados con el trabajador
Economía general	Tipo de actividad	Habilidades y experiencia del trabajador
Clima	Equipamiento Supervisión Factores laborales	

Nota. Adaptado de *Rendimientos y consumos de mano de obra* (pág. 10) por Cano R. & Dque V., 2000

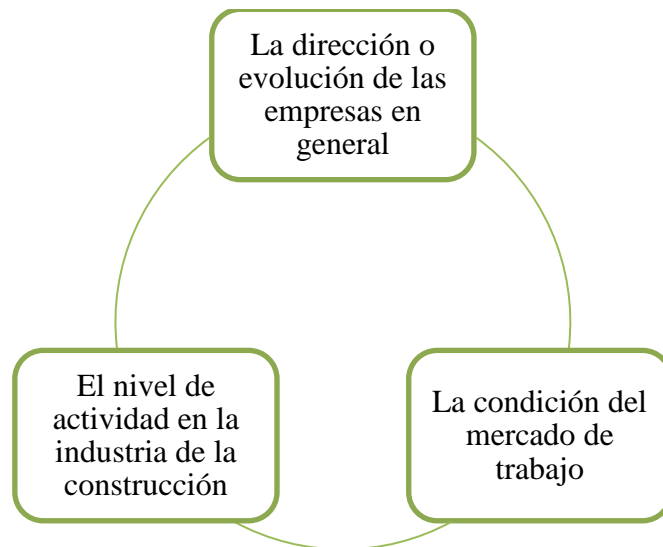
A continuación, proporcionamos un resumen de los factores que pueden influir en la productividad o el consumo de mano de obra, con una breve descripción de su impacto. Dado que estos factores pueden generar variaciones significativas en los niveles de productividad, intentamos evaluar cada uno de estos siete grupos en los que los hemos categorizado, brindando un ejemplo en cada caso. Esto nos permitirá calcular un porcentaje de productividad que se acerque a la realidad” (pág. 10).

2.4.1. Economía general

Estos factores están influenciados por la situación económica del país o la región en la que se llevará a cabo el proyecto. Dentro de este conjunto de consideraciones, se deben analizar los siguientes aspectos:

Figura 3

Economía general en la construcción



Después de analizar estos elementos, se concluye que la situación económica es muy favorable o excepcional. A primera vista, esto podría parecer positivo, pero en realidad puede sugerir que la productividad podría ser baja. Esto se debe a que durante épocas de bonanza económica, puede resultar más difícil encontrar supervisores altamente competentes y trabajadores muy cualificados, lo que posiblemente conlleve la necesidad de contratar personal menos experimentado. Por otro lado, en tiempos de estabilidad económica, es más probable que la eficiencia y la productividad mejoren, ya que suele haber una oferta adecuada de

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A supervisores capacitados y trabajadores con habilidades. Históricamente, se ha observado que

la situación económica general en el país o región donde se llevará a cabo el proyecto influye en los demás factores, destacando la importancia de una evaluación minuciosa en este aspecto.

Los factores incluidos en este grupo son los siguientes:

- **Disponibilidad de personal:** Esto es de particular importancia en lo que respecta a la disponibilidad de trabajadores con habilidades especializadas
- **Disponibilidad de supervisión:** Hace referencia a la presencia de profesionales, supervisores y encargados de obra altamente cualificados y competentes.
- **Disponibilidad de insumos:** Estos aspectos también pueden estar sujetos a influencias de la situación económica.

2.4.2. *Clima*

Es fundamental analizar el historial de condiciones climáticas en la región donde se ejecutará el proyecto, con el propósito de anticipar las condiciones meteorológicas durante el período de construcción programado. Los aspectos principales a tener en cuenta incluyen los siguientes

Figura 4*Condiciones climáticas en la construcción*

Uno de los elementos más desafiantes para tener en cuenta es la variabilidad del clima. Aunque no es posible predecirlo con precisión, al evaluar minuciosamente los aspectos mencionados anteriormente, es posible hacer estimaciones más fundamentadas. Dentro de este conjunto de consideraciones, se deben considerar los siguientes factores:

- **Precipitaciones:** Durante las épocas de lluvia, los niveles de productividad tienden a ser más bajos debido a las interrupciones causadas por las condiciones climáticas adversas. Esto puede incluir dificultades para trabajar con materiales mojados o la necesidad de llevar a cabo ciertas actividades en condiciones de sequedad.
- **Temperatura:** El exceso de calor o frío puede afectar negativamente el rendimiento de los trabajadores, lo que puede dar lugar a una disminución de la eficiencia en el trabajo.

por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

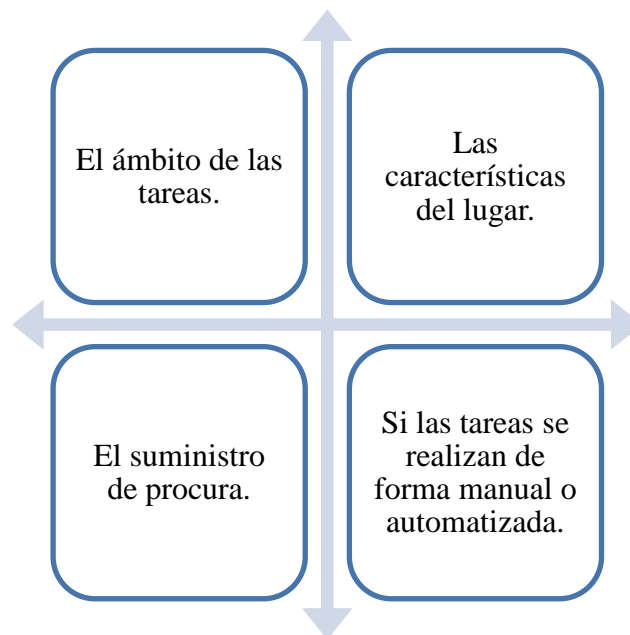
- **Cobertura:** Los factores relacionados con el clima pueden mitigarse en cierta medida si la actividad de construcción se realiza bajo techo o en espacios cubiertos, lo que ofrece protección contra las inclemencias del tiempo.

2.4.3. Tipo de actividad

En este conjunto de consideraciones se toman en cuenta las condiciones particulares del trabajo, lo cual depende del alcance de su proyecto y del tipo de tareas involucradas. También se considera si el programa de trabajo es ajustado o extenso, la complejidad del terreno (si es húmedo, pantanoso o difícil de drenar, o si es alto y seco), si el trabajo se ve influenciado por otras actividades o si se desarrolla en un lugar con múltiples actividades en curso. Además, se evalúa si las operaciones son manuales o mecanizadas. Los aspectos más relevantes para tener en cuenta son:

Figura 5

Tipos de actividades en la construcción



Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

A través de una inspección en el terreno de construcción y un análisis detallado de los planos y las especificaciones, es factible llevar a cabo una evaluación precisa del nivel de productividad vinculado a este grupo de factores. Los aspectos fundamentales comprendidos en esta categoría son:

- **La dificultad del trabajo:** El nivel de complejidad de la tarea tiene un impacto directo en la eficiencia laboral.
- **El riesgo para la seguridad del trabajador:** La presencia de riesgos personales en el entorno laboral puede reducir la productividad de los empleados.
- **La continuidad del trabajo:** Interrupciones o interferencias en el proceso de trabajo pueden disminuir la productividad.
- **La organización y limpieza en el lugar de trabajo:** Un sitio de trabajo ordenado y limpio puede mejorar los niveles de productividad.
- **La calidad de la superficie de trabajo:** La calidad de la superficie en la que se llevará a cabo una actividad puede afectar la productividad esperada.
- **La repetición de la actividad:** La posibilidad de realizar una misma tarea varias veces en condiciones similares puede aumentar significativamente la eficiencia, ya que permite que los trabajadores se familiaricen y mejoren su rendimiento con el tiempo.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

- **La limitación del espacio de trabajo:** Trabajar en espacios reducidos puede disminuir la productividad.

La urgencia de la tarea: Cuando los trabajadores son conscientes de la necesidad de completar una tarea de manera rápida, es más probable que trabajen con mayor disposición y eficiencia.

2.4.4. Equipamiento

La existencia de equipo adecuado para llevar a cabo un proyecto, su estado de funcionamiento, así como su mantenimiento y reparación oportunas, tienen un impacto en la eficiencia proyectada en una labor. En este contexto, es fundamental analizar los siguientes aspectos:

- **Disponibilidad de equipo:** La presencia de equipo disponible favorece la ejecución del trabajo en el lugar de obra.
- **Estado del equipo:** El estado general y las condiciones de funcionamiento del equipo influyen en su rendimiento.
- **Mantenimiento y reparación del equipo:** La rapidez con la que se resuelvan las posibles incidencias o problemas que puedan surgir en el equipo es de gran relevancia para la eficiencia laboral.

Este aspecto es relativamente sencillo de analizar en comparación con otros grupos de factores. Para ello, es necesario conocer el tipo y la categoría del equipo disponible, así como

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A su estado mecánico. Si se planea utilizar equipo a través de un contrato de arrendamiento, también se debe considerar al arrendador, la calidad de su equipo y su capacidad para llevar a cabo el mantenimiento adecuado. Los factores que entran en este conjunto de consideraciones son los siguientes:

- **Herramientas:** La calidad, la cantidad y la idoneidad de las herramientas pueden influir en la eficacia de la mano de obra.
- **Maquinaria:** La disponibilidad y el estado operativo de la maquinaria son críticos para llevar a cabo eficientemente numerosas tareas
- **Mantenimiento:** La eficiencia y la prontitud en la realización de las reparaciones de la maquinaria pueden influir en la productividad.
- **Elementos de seguridad:** En relación con el equipo, es importante considerar los dispositivos de seguridad que son sugeridos por las regulaciones de seguridad industrial como parte de las prácticas recomendadas.

2.4.5. Calidad de la supervisión

La calidad y experiencia de los supervisores disponibles en el proyecto son de gran relevancia para la productividad esperada en cualquier construcción. Los elementos a tener en cuenta en este contexto son los siguientes:

Figura 6*Calidad de supervisión en la construcción*

Experiencia	<ul style="list-style-type: none">• La experiencia previa en el campo de supervisión es un factor crucial.
Disponibilidad	<ul style="list-style-type: none">• La disponibilidad de supervisores competentes es esencial.
Salarios	<ul style="list-style-type: none">• La cuestión de los salarios también es importante en este análisis.

Es fundamental llevar a cabo un análisis exhaustivo en este punto. Como se mencionó anteriormente, cuando las condiciones económicas son favorables, suele ser más sencillo encontrar supervisores competentes. Sin embargo, si la economía está en un estado especialmente próspero, es posible que deba seleccionar supervisores de un grupo de candidatos menos calificados o estar dispuesto a pagar salarios más altos. Esto puede llevar a una situación en la que la calidad de la supervisión sea deficiente, lo que podría generar problemas adicionales durante la ejecución del trabajo. Los factores que se evalúan en este conjunto de consideraciones son:

- **Dirección:** La falta de supervisión adecuada puede dar como resultado un bajo rendimiento.
- **Seguimiento:** El nivel de supervisión está directamente relacionado con la eficacia en el trabajo.

- **Instrucciones:** Es esencial proporcionar un nivel adecuado y suficiente de instrucciones para garantizar que la labor se desarrolle de manera eficiente.
- **Competencia del supervisor:** La competencia del supervisor es un factor crítico en el rendimiento del trabajador.

2.4.6. Factores laborales

Las condiciones laborales bajo las cuales se realiza la construcción son un factor de gran importancia para la eficacia del trabajo. Una gestión adecuada de las relaciones laborales tiene un impacto significativo en el rendimiento de la mano de obra. Es esencial examinar la disponibilidad de trabajadores debidamente capacitados, ya sea dentro de la empresa o en la ubicación de la obra. Los elementos para considerar en este conjunto de consideraciones son los siguientes:

- **Experiencia:** La experiencia previa de los trabajadores es un factor relevante.
- **Disponibilidad:** La disponibilidad de trabajadores calificados es un aspecto crítico.
- **Contratación:** Es necesario analizar los procedimientos de contratación y selección de empleados.
- **Salarios:** Los niveles de remuneración y los sistemas de pago, como el trabajo a destajo, deben ser considerados.

Este grupo de consideraciones también debe ser objeto de un análisis detenido. Se debe investigar si en la zona donde se llevará a cabo la obra se encuentra mano de obra capacitada o si es necesario trasladar personal desde otras áreas. Además, es importante verificar si es viable pagar los salarios y/o tarifas prevalecientes en la región. Los factores que se deben tener en cuenta en este conjunto de consideraciones son:

- **El tipo de contrato:** El empleo de un contrato a destajo tiende a tener un impacto positivo en la productividad en comparación con un contrato por jornada laboral (en la gestión).
- **Sindicato:** Las malas interpretaciones del sindicalismo, que son frecuentes en nuestro entorno, tienen un efecto negativo en la eficiencia de la mano de obra.
- **Incentivos:** La aplicación de una política de incentivos transparente y beneficiosa tiene un impacto considerable en el rendimiento de los grupos laborales. El uso de sistemas de asignación de tareas, recompensas o reconocimientos por alcanzar objetivos previamente establecidos puede incrementar de forma positiva el compromiso de los empleados.
- **Compensación o sistema de pago basado en la productividad:** Un salario justo siempre actúa como un estímulo para los empleados, ya que los impulsa a desempeñarse de manera óptima en sus funciones.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

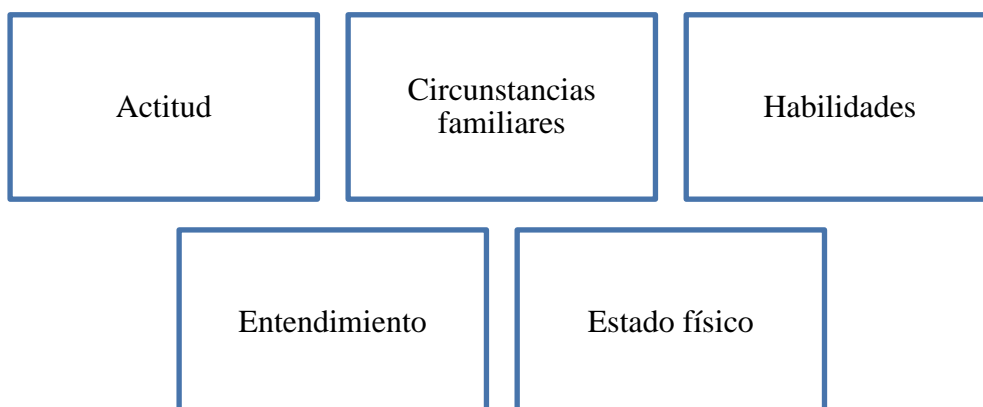
- **Entorno de trabajo:** Un entorno laboral agradable, caracterizado por relaciones positivas entre colegas y empleadores, un lugar seguro y limpio que respeta la dignidad de las personas siempre resultará en una mayor eficiencia de la mano de obra.
- **Seguridad social:** En el entorno laboral, es crucial que los trabajadores se sientan respaldados frente a los riesgos de salud y laborales. La seguridad proporcionada por la protección social puede motivar positivamente la productividad.
- **Seguridad industrial:** Una sólida política de seguridad industrial en la obra contribuye a mitigar la influencia de los riesgos inherentes al trabajo.

2.4.7. *Habilidades y experiencia del trabajador*

Es fundamental tomar en cuenta los aspectos personales del empleado al evaluar su desempeño en el trabajo. Los siguientes elementos deben ser considerados:

Figura 7

Habilidades y experiencia del trabajador en la construcción



Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Al evaluar estos aspectos, es imprescindible llevar a cabo una investigación minuciosa, posiblemente en colaboración con un profesional del trabajo social, para comprender la condición física y mental del empleado, así como su disposición para realizar el trabajo. Los elementos para considerar abarcan:

- **Circunstancias personales:** La estabilidad en la vida personal y familiar del empleado influye de manera considerable en su rendimiento laboral. La implementación de una política de apoyo y asistencia social apropiada, indudablemente, tendrá un impacto beneficioso en la productividad de los trabajadores.
- **Cansancio:** Tareas laborales intensivas y prolongadas pueden provocar fatiga en las personas. Es crucial implementar políticas que aseguren que los trabajadores tengan suficientes pausas y descanso para mantener su rendimiento en niveles normales.
- **Bienestar:** A pesar de contar con un programa de seguridad en el trabajo, es importante llevar a cabo una vigilancia constante del estado de salud de los empleados para garantizar un nivel óptimo de desempeño.
- **Capacidades técnicas:** El grado de educación técnica alcanzado por el empleado, así como su disposición para mejorar sus competencias, ejercen un impacto sustancial en la eficacia de su trabajo.

por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

- **Destreza:** Es indudable que algunos empleados cuentan con habilidades naturales o adquiridas a través de experiencia personal, lo que los hace más efectivos que otros, sin importar su nivel educativo. Esto debe ser considerado al evaluar su rendimiento.
- **Confianza:** La confianza del empleado en la ejecución de sus responsabilidades es fundamental, y esto se origina en un proceso apropiado de selección de personal y el establecimiento de relaciones laborales positivas.
- **Actitud apática:** De manera similar a lo mencionado anteriormente, algunas personas, de manera innata, pueden no dedicar todo su empeño en sus labores. Esta circunstancia debe ser gestionada mediante un proceso de selección apropiado.

2.4.8. Rangos en los factores de afectación

Tabla 3

Rangos de afectación de cada factor

Grupo	Rango en porcentaje
Economía general	50 a 75
Clima	40 a 75
Obra	40 a 80
Equipamiento	55 a 75
Supervisión	50 a 75
Factores laborales	40 a 80
Habilidades del trabajador	60 a 75

Nota. Adaptado de *Rendimientos y consumos de mano de obra* (pág. 16) por Cano R. & Dque V., 2000.

2.5. Métodos de estimación del rendimiento de la mano de obra por cada actividad

Existen diversas técnicas para evaluar el desempeño laboral, entre las cuales se incluyen:

- Historial y experiencia previa.
- Revisión de registros y documentación.
- Análisis de tiempos y movimientos.
- Medición directa en proyectos similares.

2.5.1. *Cálculo de rendimiento de mano de obra por medio de la experiencia.*

Consiste en estimar los niveles de rendimiento basándose en la experiencia previa en trabajos similares. Muchos expertos consideran que esta es la opción más adecuada para determinar el rendimiento real de la mano de obra, aunque no siempre es completamente precisa.

El desafío radica en la falta de documentación detallada de los tiempos reales en proyectos anteriores, lo que a menudo lleva a suposiciones o dependencia de la memoria, lo que puede resultar en estimaciones imprecisas y subjetivas.

Para que la experiencia pueda utilizarse como punto de referencia, se requiere contar con múltiples mediciones cuidadosamente registradas en proyectos anteriores que se asemejen en circunstancias.

2.5.2. Cálculo de rendimiento de mano de obra por medio de la información documentada.

Es esencial tener un conocimiento completo de las condiciones bajo las cuales se recopiló la información, dado que las condiciones para ejecutar una misma tarea pueden variar significativamente debido a diversas situaciones.

Por lo tanto, se recomienda realizar un cálculo estadístico, que incluye el uso de desviaciones estándar o promedios, para determinar el tiempo necesario para una tarea similar en dos o tres proyectos comparables, a fin de obtener una estimación más precisa mediante un enfoque ponderado.

La utilización de la estadística se aconseja debido a la variabilidad existente entre cada proyecto, influenciada por las condiciones específicas en las que se ejecuta el trabajo. Por ejemplo, si consideramos la construcción de una zapata de concreto, el rendimiento promedio en la costa por metro cubico para una zapata de 1.5 metros cúbicos es de aproximadamente 22 m³ por día. Sin embargo, si realizamos el mismo tipo de zapata en la selva, el rendimiento promedio baja a alrededor de 10 m³ por día, debido a las condiciones climáticas y las diferencias en el suministro de materiales.

Solo a través de un enfoque estadístico, respaldado por una cantidad suficiente de información bien documentada, podemos reducir la variabilidad y obtener estimaciones más precisas.

2.5.3. Cálculo de rendimiento de mano de obra por medio de mediciones directas en obras similares.

Implica la toma de medidas en tiempo real para determinar la duración de una tarea específica. Sin embargo, como se mencionó previamente, para validar la utilización de estas mediciones, es esencial realizar mediciones similares en condiciones comparables utilizando un enfoque estadístico. De lo contrario, existe un riesgo significativo de obtener estimaciones con un margen de error sustancial que impactaría de manera drástica en los niveles de rendimiento.

Una desventaja notable de este enfoque es que la productividad en el lugar de trabajo tiende a aumentar, ya que la presencia y supervisión personal del administrador pueden influir en el comportamiento de los trabajadores.

Por lo tanto, es imperativo aplicar un coeficiente de ajuste cuando se realizan mediciones en tiempo real para obtener una estimación precisa de la productividad real, como se detalla en el siguiente punto.

2.5.4. Factores que disminuyen la productibilidad

Tabla 4

Factores que disminuyen la productibilidad

Factores	Porcentaje de afectación
Retardos administrativos	20%
Métodos ineficientes de trabajo	20%
Restricciones de trabajo	15%
Tiempo personal del trabajador	5%

2.6. Ratios, horas hombre y cuadrillas

2.6.1. Ratios

Es una comparación numérica entre dos cantidades o variables. Se utiliza para expresar la relación o proporción entre dos valores diferentes. Los ratios pueden presentarse de diversas formas, como fracciones, porcentajes, decimales, o unidades de medida específicas, dependiendo del contexto en el que se utilicen. Estos son comunes en análisis financiero, estadísticas, matemáticas y otras disciplinas para evaluar y comparar datos.

2.6.2. Horas hombre

Las horas hombre, a veces conocidas como horas persona, son la unidad de medida utilizada en la gestión de proyectos para calcular el esfuerzo requerido para llevar a cabo una tarea.

El ratio de horas hombre señala cuántas "horas hombre" son necesarias para producir una unidad del producto.

por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

2.6.3. Importancia de las horas hombre

Entender este indicador nos posibilita calcular las horas hombre totales para cada partida presupuestaria al multiplicarlo por la cantidad total de trabajo en cada partida. Así, las horas hombre totales se obtienen y permiten determinar la cantidad total de horas hombre necesarias para llevar a cabo cada proyecto.

2.7. Limitaciones

Entiendo que el trabajo de suficiencia se ha llevado a cabo dentro de las limitaciones de información proporcionada por la empresa, donde solo se pudo acceder a los datos de 4 proyectos específicos, a pesar de que la empresa haya ejecutado un número considerablemente mayor de proyectos en su historial. Debido a que solo se cuenta con información de un subconjunto de proyectos, los resultados y conclusiones derivados de la investigación pueden no ser completamente generalizables a todos los proyectos que la empresa ha realizado. Es importante que cualquier inferencia o recomendación se realice con prudencia y se considere específicamente para el conjunto de proyectos estudiados.

Los proyectos seleccionados pueden no ser representativos de la totalidad de los proyectos de la empresa. Puede haber diferencias significativas en términos de tamaño, complejidad, ubicación geográfica o condiciones específicas entre los proyectos estudiados y otros que no se incluyeron en la muestra.

A pesar de las limitaciones actuales, el trabajo de investigación puede servir como una base sólida para futuras investigaciones más amplias. La empresa podría considerar la recopilación de datos adicionales en proyectos futuros para mejorar la representatividad de los estudios posteriores.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Contexto general

Comencé mi carrera en HAUG S.A en enero de 2014, después de graduarme de la carrera técnica en construcción civil. Inicialmente, fui contratado como metrador tras una exitosa entrevista. Durante mi primer año en la empresa, desempeñé el rol de practicante en el área de presupuestos. En ese momento, nuestro equipo estaba compuesto por tres técnicos a cargo de los metrados, siete ingenieros mecánicos, dos ingenieros eléctricos y un ingeniero civil. Aunque el trabajo en obras civiles era limitado, también tuve la oportunidad de realizar metrados para proyectos de metalmecánica, que incluían estructuras metálicas, tanques de almacenamiento y tuberías de proceso.

En 2017, fui promovido al puesto de técnico presupuestador. En este nuevo rol, mi trabajo incluía la elaboración de presupuestos y la gestión de las planillas de precios de los proyectos utilizando el sistema S10. A pesar de mis responsabilidades de metrado, siempre trabajaba bajo la supervisión de los ingenieros presupuestadores de cada especialidad. A medida que la empresa expandía sus operaciones y la demanda de presupuestos crecía, se contrataron dos metradores adicionales. Como resultado, fui ascendido al puesto de líder de metradores. En esta función, lideré un equipo de cuatro personas y asumí la responsabilidad de entrenar a los nuevos técnicos que se incorporaban.

Mis colegas y jefe me motivaron a seguir continuando mi educación superior, lo que me llevó a inscribirme en la universidad. Sin embargo, la pandemia afectó significativamente al sector de la construcción. Como parte de una reestructuración interna, mi área de presupuestos se redujo, y se me encomendó la tarea de realizar los presupuestos civiles en totalidad, responsabilidad que continúo desempeñando hasta la fecha.

3.2. Proyecto 1

3.2.1. Cliente

- ✓ MINSUR

3.2.2. Nombre del proyecto

- ✓ Sistema de tratamiento de aguas en mina San Rafael, obras electromecánicas (fase 2).

3.2.3. Ubicación

- ✓ La unidad minera San Rafael se encuentra en el distrito de Antauta, provincia de Melgar, en el departamento de Puno, cordillera oriental de los Andes del Perú.

3.2.4. Altitud (m s.n.m)

- ✓ La unidad minera se encuentra a una altitud que varía entre los 4,500 y 5,200 m s.n.m.

3.2.5. Tiempo de ejecución del proyecto

- ✓ El proyecto tuvo una duración de 225 días
- ✓ Tiempo de duración de las obras de concreto, 90 días

3.2.6. Periodo de ejecución de obras de concreto

- ✓ Inicio de obra, 27 de enero del 2023
- ✓ Termino de obra, 26 de abril del 2023

3.2.7. *Clima*

- ✓ En San Rafael, la temporada de verano se caracteriza por ser breve, calurosa, húmeda y con algunas nubes, mientras que el invierno se presenta como una época cálida, bochornosa, lluviosa y mayormente nublada. A lo largo del año, las temperaturas suelen oscilar entre los 22 °C y los 35 °C, siendo poco común que desciendan por debajo de los 20 °C o superen los 38 °C.

3.2.8. *Personal directo (obreros)*

- ✓ La totalidad de los trabajadores de mano de obra directa fue seleccionada de áreas cercanas a la mina, cumpliendo con esta condición exigida por el cliente.

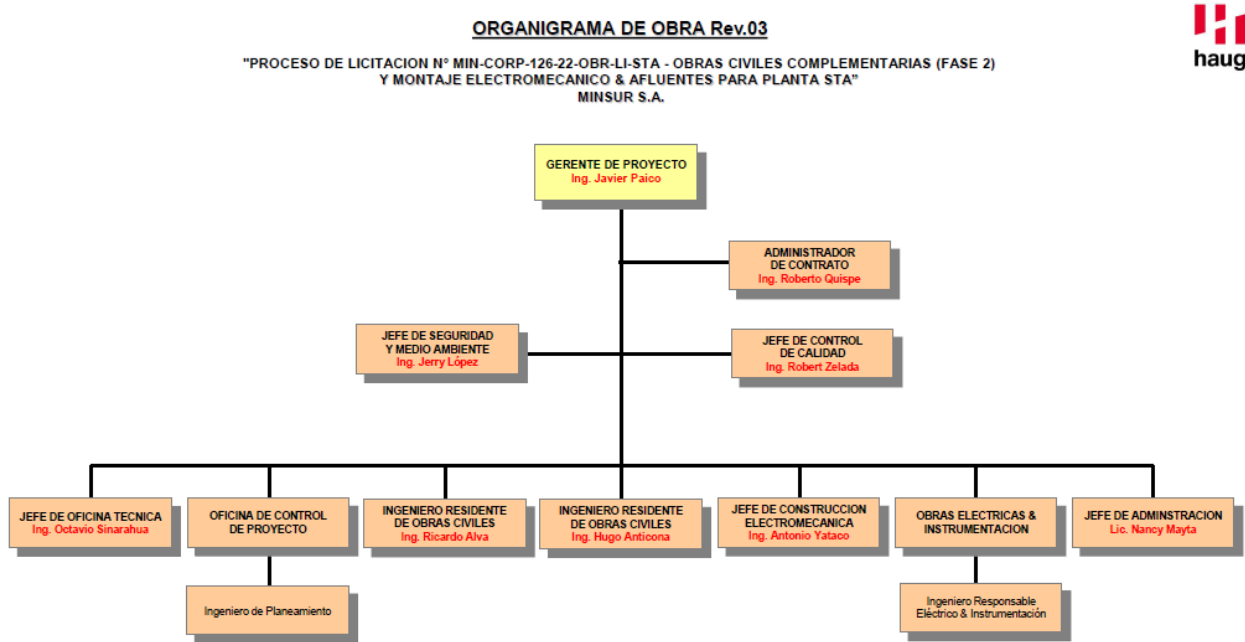
3.2.9. *Problemática*

- ✓ El mayor desafío que enfrentamos en este proyecto radicó en el inicio de las obras, que sufrió un retraso de dos meses con respecto a la fecha programada. Este retraso condujo a la ejecución de las obras civiles durante las temporadas de lluvia, lo que tuvo un impacto significativo en el rendimiento del equipo de trabajo. La presencia constante de lluvias generó dificultades adicionales, como el deterioro de las condiciones del sitio de construcción y la reducción de la productividad de la mano de obra.
- ✓ Un problema adicional que influyó negativamente en el rendimiento del equipo de trabajo fue la alta rotación del personal de supervisión. Muchos de ellos no lograban adaptarse al clima o a la altitud de la mina, lo que resultaba en una constante entrada y salida de supervisores. Esta rotación constante generaba una falta de continuidad en la gestión y supervisión del proyecto, lo que a su vez afectaba la eficiencia y la calidad del trabajo realizado.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A
3.2.10. Organigrama del proyecto

Figura 8

Organigrama de obra - Proyecto 1



3.2.11. Metrado y horas hombres presupuestadas

Tabla 5

Proyecto 1 - Metrado y horas hombre presupuestadas

Ítem	Partida	Unid	Metrado	Horas hombre
1	Concreto	m3	2,138	12,715
2	Encofrado	m2	8,487	23,811
3	Acero de refuerzo	kg	223,526	16,998
Total				53,526

Nota. Los metrados se calcularon en base al alcance del cliente y las horas hombre se estimaron según los ratios de la empresa .

por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

3.2.12. Avance de mano de obra por mes

Tabla 6

Proyecto 1 - Porcentaje de avance de mano de obra por mes

Mes	Porcentaje	Horas hombre
Mes 1	45%	30,306
Mes 2	45%	30,306
Mes 3	10%	6,735
Total	100%	67,347

Nota. El porcentaje de avance se obtuvo mediante reportes de campo.

Tabla 7

Proyecto 1 - Reporte de horas hombre en obra, mes 1

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	hh	hh	hh	hh
Capataz	68	68	68	68
Operario	1,365	1,365	1,365	1,365
Oficial	2,048	2,048	2,048	2,048
Peón	4,095	4,095	4,095	4,095
Total	7,576	7,576	7,576	7,576

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes.

por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Tabla 8

Proyecto 1 - Reporte de horas hombre en obra, mes 2

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	hh	hh	hh	hh
Capataz	68	68	68	68
Operario	1,365	1,365	1,365	1,365
Oficial	2,048	2,048	2,048	2,048
Peón	4,095	4,095	4,095	4,095
Total	7,576	7,576	7,576	7,576

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes.

Tabla 9

Proyecto 1 - Reporte de horas hombre en obra, mes 3

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	hh	hh	hh	hh
Capataz	61	0	0	0
Operario	1,213	0	0	0
Oficial	1,820	0	0	0
Peón	3,640	0	0	0
Total	6,735	0	0	0

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes, al tercer mes los trabajos de obras civiles finalizaron.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A
3.2.13. Metrado y horas hombre ejecutadas

Tabla 10

Proyecto 1 - Metrado y horas hombre ejecutadas

Ítem	Partida	Unid	Metrado	Horas hombre
1	Concreto	m ³	1,901	16,507
2	Encofrado	m ²	7,405	30,333
3	Acero de refuerzo	kg	184,695	20,507
Total hh				67,347

Nota. Al finalizar los trabajos de obras civiles se realiza un consolidado de metrado y horas hombre ejecutadas.

3.3. Proyecto 2

3.3.1. Cliente

- ✓ PLUSPETROL PERÚ CORPORATION S.A.

3.3.2. Nombre del proyecto

RFP- RONDA 1 - EPC41 New Ground Flare y Nuevo Wind Fence del Flare existente.

3.3.3. Ubicación

- ✓ PLUSPETROL PERÚ CORPORATION S.A tiene a cargo la operación de la Planta de Fraccionamiento de Pisco (PFLGN-PISCO), la cual está ubicada en el KM 14 de la ruta San Andrés – Paracas, en la Provincia de Pisco, Región Ica.

3.3.4. Altitud (m s.n.m)

- ✓ La planta de hidrocarburo se encuentra a una altitud que varía entre los 0.00 y 10.00 m s.n.m.

3.3.5. Tiempo de ejecución del proyecto

- ✓ El proyecto tuvo una duración de 234 días
- ✓ Tiempo de duración de las obras de concreto, 100 días

3.3.6. Periodo de ejecución de obras de concreto

- ✓ Inicio de obra, 16 de noviembre del 2021
- ✓ Termino de obra, 24 de febrero del 2022

3.3.7. *Clima*

- ✓ Paracas se caracteriza por veranos cálidos, bochornosos y nublados, mientras que los inviernos son prolongados, frescos, secos y mayormente despejados. A lo largo del año, las temperaturas generalmente oscilan entre los 13 °C y los 27 °C, siendo poco común que descendan por debajo de los 11 °C o suban por encima de los 29 °C.

3.3.8. *Personal directo (obreros)*

- ✓ La totalidad de los trabajadores de mano de obra directa fue seleccionada de áreas cercanas a la mina, cumpliendo con esta condición exigida por el cliente.

3.3.9. *Problemática*

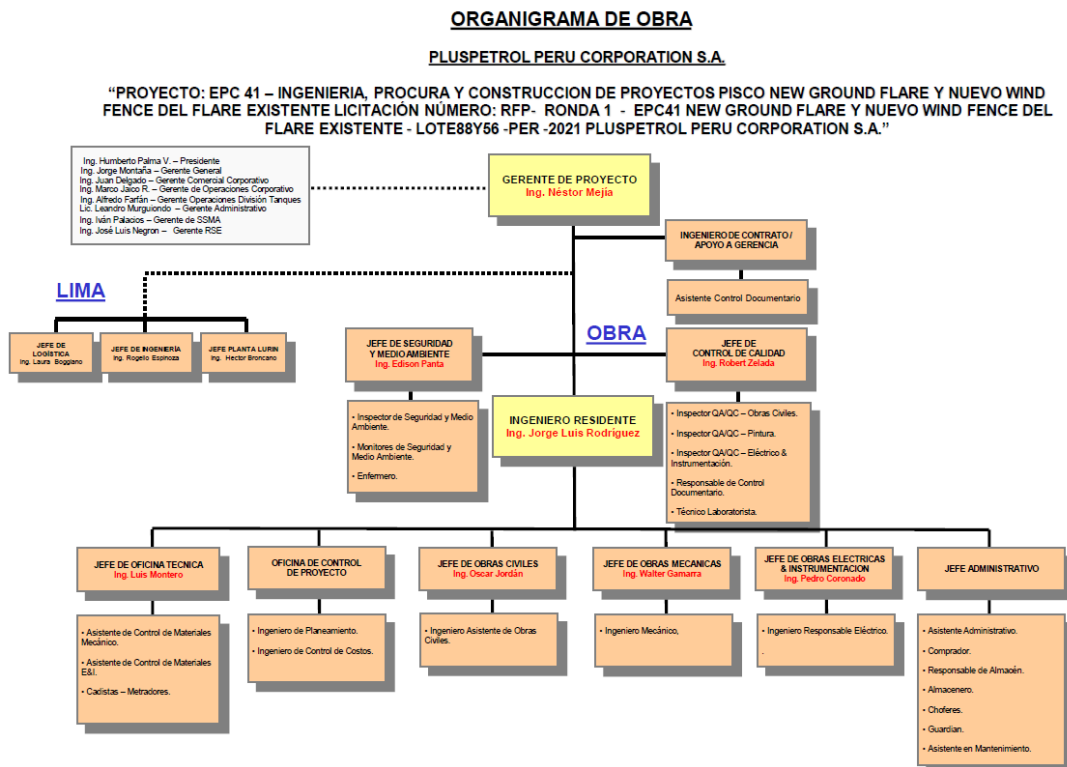
- ✓ Dado que el proyecto se encontraba ubicado en la zona costera, afortunadamente no experimentamos obstáculos significativos fuera de lo común. No hubo presencia de lluvias, lo que representó una ventaja considerable, ya que las condiciones climáticas no generaron retrasos ni complicaciones inesperadas en la ejecución de las obras. Esto permitió que el personal de supervisión cumpliera sus funciones de manera efectiva y que el equipo de obreros lograra alcanzar los rendimientos establecidos de manera consistente.
- ✓ La estabilidad en las condiciones climáticas y el cumplimiento regular de tareas por parte del personal de supervisión y de obra contribuyeron a un desarrollo fluido del proyecto. Esta situación facilitó el cumplimiento de los plazos y objetivos, lo que finalmente resultó en un proyecto exitoso y sin mayores contratiempos. La ubicación costera, en este caso, se convirtió en una ventaja que permitió un progreso eficiente y sin interrupciones inesperadas.

por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

3.3.10. Organigrama del proyecto

Figura 9

Organigrama de obra – Proyecto 2



3.3.11. Metrado y horas hombres presupuestadas

Tabla 11

Proyecto 2 - Metrado y horas hombre presupuestadas

Ítem	Partida	Unid	Metrado	Horas hombre
1	Concreto	m3	668	3,689
2	Encofrado	m2	2,654	7,570
3	Acero de refuerzo	kg	101,348	4,468
Total hh				15,727

Nota. Los metrados se calcularon en base al alcance del cliente y las horas hombre se estimaron según los ratios de la empresa .

por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

3.3.12. Avance de mano de obra por mes

Tabla 12

Proyecto 2 - Porcentaje de avance de mano de obra por mes

Mes	Porcentaje	horas hombre
Mes 1	35%	4,835
Mes 2	35%	4,835
Mes 3	25%	3,454
Mes 4	5%	691
Total	100%	13,815

Nota. El porcentaje de avance se obtuvo mediante reportes de campo.

Tabla 13

Proyecto 2 - Reporte de horas hombre en obra, mes 1

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Capataz	55	55	55	55
Operario	210	210	210	210
Oficial	315	315	315	315
Peón	630	630	630	630
Total	1,209	1,209	1,209	1,209

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes.

Tabla 14

Proyecto 2 - Reporte de horas hombre en obra, mes 2

Implementación de nuevos ratios de horas hombre
por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Capataz	55	55	55	55
Operario	210	210	210	210
Oficial	315	315	315	315
Peón	630	630	630	630
Total	1,209	1,209	1,209	1,209

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes.

Tabla 15
Proyecto 2 - Reporte de horas hombre en obra, mes 3

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Capataz	53	53	53	53
Operario	147	147	147	147
Oficial	221	221	221	221
Peón	442	442	442	442
Total	863	863	863	863

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes.

Tabla 16
Proyecto 2 - Reporte de horas hombre en obra, mes 4

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	hh	hh	hh	hh
Capataz	52	0	0	0
Operario	116	0	0	0

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Oficial	174	0	0	0
Peón	348	0	0	0
Total	691	0	0	0

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes, al tercer mes los trabajos de obras civiles finalizaron.

3.3.13. *Metrado y horas hombre ejecutadas*

Tabla 17

Proyecto 2 - Metrado y horas hombre ejecutadas

Ítem	Partida	Unid	Metrado	Horas hombre
1	Concreto	m3	625	3,276
2	Encofrado	m2	2,450	6,640
3	Acero de refuerzo	kg	93,100	3,899
Total hh				13,815

Nota. Al finalizar los trabajos de obras civiles se realiza un consolidado de metrado y horas hombre ejecutadas.

3.4. Proyecto 3

3.4.1. Cliente

- ✓ CHINALCO

3.4.2. Nombre del proyecto

- ✓ Concurso No TEP-CC-105 - Estructural, Mecánico, Tuberías, Electricidad e Instrumentación - Periféricos.

3.4.3. Ubicación

- ✓ Minera Chinalco está ubicada en el distrito Morococha y Yauli, provincia Yauli, departamento Junín.

3.4.4. Altitud (m s.n.m)

- ✓ La unidad minera se encuentra a una altitud que varía entre los 4,200 y 4,900 m s.n.m.

3.4.5. Tiempo de ejecución del proyecto

- ✓ El proyecto tuvo una duración de 351 días
- ✓ Tiempo de duración de las obras de concreto, 105 días

3.4.6. Periodo de ejecución de obras de concreto

- ✓ Inicio de obra, 15 de diciembre del 2018
- ✓ Termino de obra, 1 de abril del 2019

3.4.7. Clima

- ✓ El clima en Junín se caracteriza por veranos breves, frescos, con sequedad y presencia de nubes, mientras que los inviernos son cortos, extremadamente fríos, con escasa humedad y cielos parcialmente nublados. A lo largo del año, las temperaturas generalmente oscilan entre -1 °C y 14 °C, siendo poco común que desciendan por debajo de -3 °C o suban por encima de los 16 °C.

3.4.8. Personal directo (obreros)

- ✓ La totalidad de los trabajadores de mano de obra directa fue seleccionada de áreas cercanas a la mina, cumpliendo con esta condición exigida por el cliente.

3.4.9. Problemática

- ✓ Este proyecto se vio notablemente afectado por un retraso en el proceso de diseño de ingeniería, el cual fue responsabilidad del cliente. Además, durante la ejecución de las actividades de obras civiles, se realizaron modificaciones en el diseño original. Estas circunstancias contribuyeron directamente a un significativo retraso en el rendimiento de la mano de obra.
- ✓ El retraso en la fase de diseño de ingeniería generó un inicio tardío en la implementación de las obras civiles, lo que a su vez comprimió el cronograma del proyecto. Las modificaciones en el diseño durante la fase de construcción exigieron que los trabajadores se adaptaran a cambios inesperados, lo que afectó la eficiencia y productividad en el sitio de trabajo.

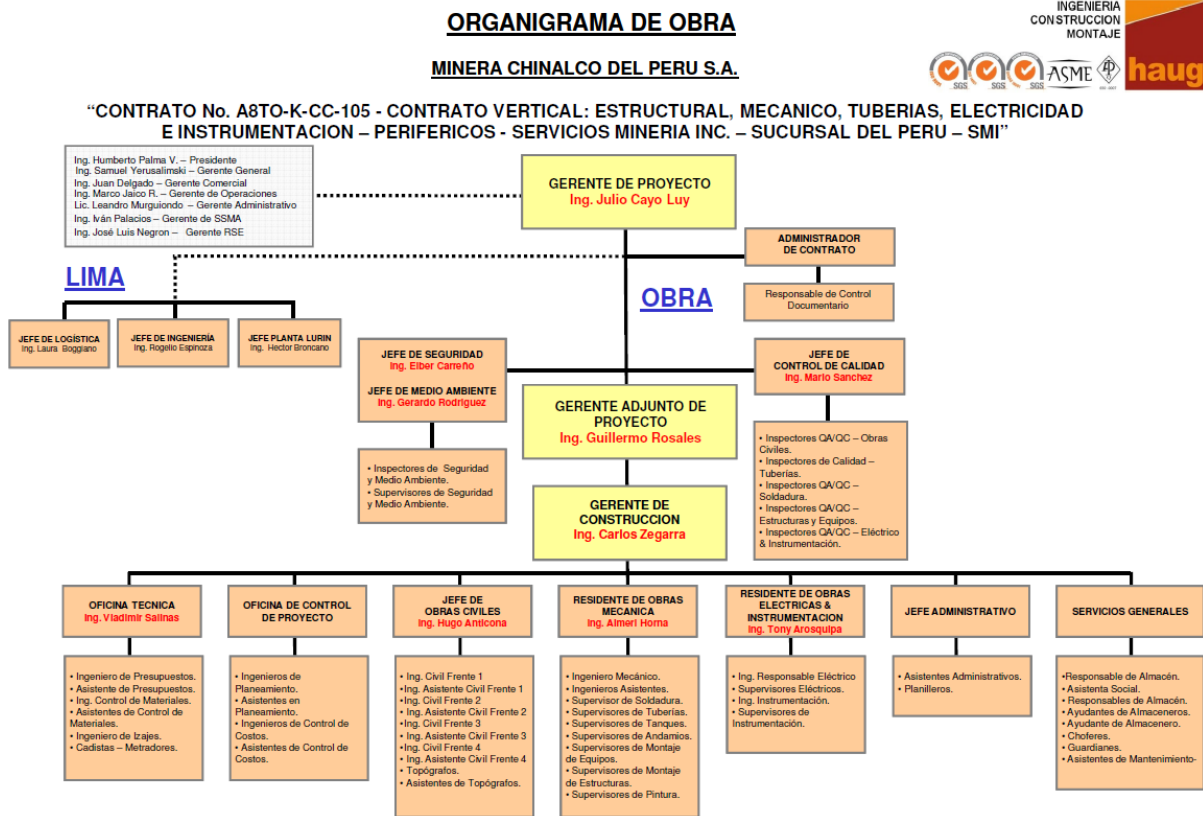
Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

✓ A pesar de que teníamos previsto llevar a cabo el trabajo durante la temporada de lluvias, las condiciones climáticas impactaron de manera más significativa de lo anticipado en el rendimiento de la mano de obra.

3.4.10. Organigrama del proyecto

Figura 10

Organigrama de obra – Proyecto 3



por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

3.4.11. Metrado y horas hombres presupuestadas

Tabla 18

Proyecto 3 - Metrado y horas hombre presupuestadas

Ítem	Partida	Unid	Metrado	Horas hombre
1	Concreto	m3	10,242	105,443
2	Encofrado	m2	40,657	114,068
3	Acero de refuerzo	kg	843,102	39,431
Total hh				258,947

Nota. Los metrados se calcularon en base al alcance del cliente y las horas hombre se estimaron según los ratios de la empresa .

3.4.12. Avance de mano de obra por mes

Tabla 19

Proyecto 3 - Porcentaje de avance de mano de obra por mes

Mes	Porcentaje	horas hombre
Mes 1	30%	95,903
Mes 2	30%	95,903
Mes 3	30%	95,903
Mes 4	10%	31,968
Total	100%	319,676

Nota. El porcentaje de avance se obtuvo mediante reportes de campo.

por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Tabla 20

Proyecto 3 - Reporte de horas hombre en obra, mes 1

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Capataz	237	237	237	237
Operario	4,316	4,316	4,316	4,316
Oficial	6,474	6,474	6,474	6,474
Peón	12,948	12,948	12,948	12,948
Total	23,976	23,976	23,976	23,976

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes.

Tabla 21

Proyecto 3 - Reporte de horas hombre en obra, mes 2

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Capataz	237	237	237	237
Operario	4,316	4,316	4,316	4,316
Oficial	6,474	6,474	6,474	6,474
Peón	12,948	12,948	12,948	12,948
Total	23,976	23,976	23,976	23,976

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes.

por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Tabla 22

Proyecto 3 - Reporte de horas hombre en obra, mes 3

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Capataz	237	237	237	237
Operario	4,316	4,316	4,316	4,316
Oficial	6,474	6,474	6,474	6,474
Peón	12,948	12,948	12,948	12,948
Total	23,976	23,976	23,976	23,976

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes.

Tabla 23

Proyecto 3 - Reporte de horas hombre en obra, mes 4

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Capataz	144	144	0	0
Operario	2,880	2,880	0	0
Oficial	4,320	4,320	0	0
Peón	8,640	8,640	0	0
Total	15,984	15,984	0	0

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes, al tercer mes los trabajos de obras civiles finalizaron.

3.4.13. Metrado y horas hombre ejecutadas**Tabla 24***Proyecto 3 - Metrado y horas hombre ejecutadas*

Ítem	Partida	Unid	Metrado	Horas hombre
1	Concreto	m ³	9960	130,226
2	Encofrado	m ²	39,500	140,745
3	Acero de refuerzo	kg	820,000	48,705
Total hh				319,676

Nota. Al finalizar los trabajos de obras civiles se realiza un consolidado de metrado y horas hombre ejecutadas.

3.5. Proyecto 4

3.5.1. Cliente

- ✓ ENAP CHILE

3.5.2. Nombre del proyecto

- ✓ Suministro y Montaje de sala de bombas, nuevo estanque T-1001 y sus interconexiones para Planta San Fernando

3.5.3. Ubicación

- ✓ San Fernando se ubica en la Provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile.

3.5.4. Altitud (m s.n.m)

- ✓ La unidad minera se encuentra a una altitud que varía entre los 70.00 y 90.00 m s.n.m.

3.5.5. Tiempo de ejecución del proyecto

- ✓ El proyecto tuvo una duración de 288 días
- ✓ Tiempo de duración de las obras de concreto, 80 días

3.5.6. Periodo de ejecución de obras de concreto

- ✓ Inicio de obra, 20 de octubre del 2022
- ✓ Termino de obra, 10 de enero del 2023

3.5.7. *Clima*

- ✓ En San Fernando, los veranos se caracterizan por ser cálidos, secos y mayormente despejados, mientras que los inviernos son fríos, con más humedad y cielos parcialmente nublados. A lo largo del año, las temperaturas generalmente fluctúan entre 5 °C y 29 °C, siendo poco común que desciendan por debajo de 1 °C o suban por encima de los 32 °C.

3.5.8. *Personal directo (obreros)*

- ✓ La totalidad de los trabajadores de mano de obra directa fue seleccionada de áreas cercanas a la mina, cumpliendo con esta condición exigida por el cliente.

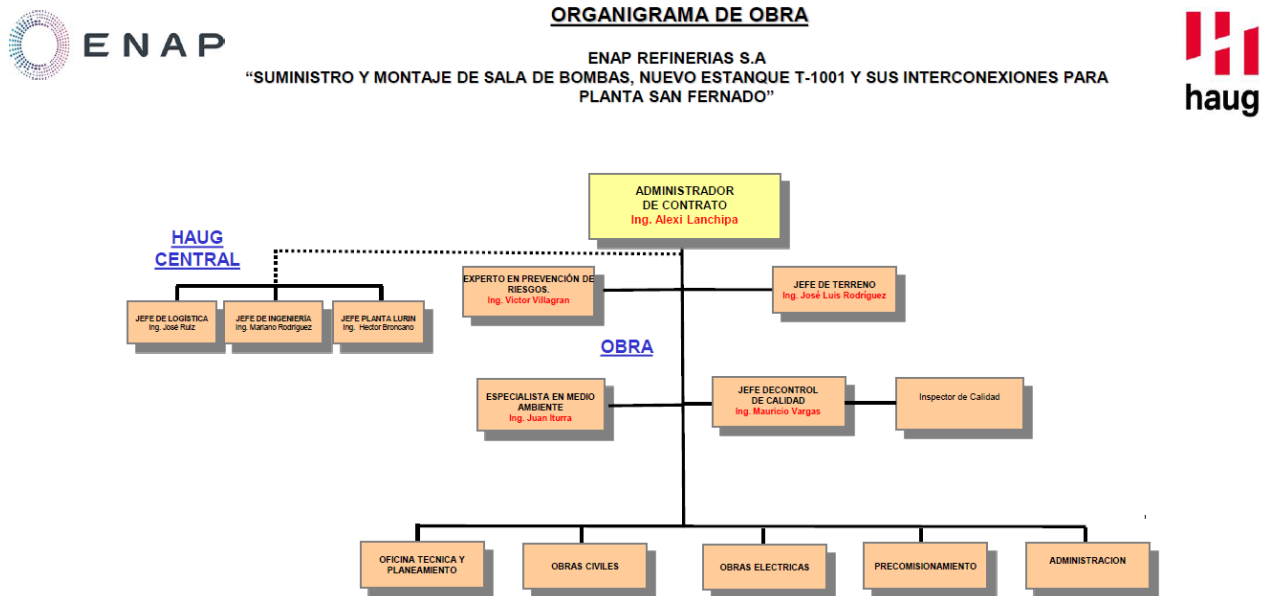
3.5.9. *Problemática*

- ✓ El proyecto se desarrolló en una ubicación costera, lo que resultó en la ausencia de problemas notables relacionados con el personal, tanto en lo que respecta a la supervisión como a los obreros. A pesar de la incorporación de actividades adicionales, estas se encontraban dentro del plan previsto y no tuvieron un impacto adverso en el rendimiento del equipo de trabajo.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A
3.5.10. Organigrama del proyecto

Figura 11

Organigrama de obra – Proyecto 4



3.5.11. Metrado y horas hombres presupuestadas

Tabla 25

Proyecto 4 - Metrado y horas hombre presupuestadas

Ítem	Partida	Unid	Metrado	Horas hombre
1	Concreto	m3	410	2,541
2	Encofrado	m2	1,443	4,035
3	Acero de refuerzo	kg	33,592	2,811
Total hh				9,387

Nota. Los metrados se calcularon en base al alcance del cliente y las horas hombre se estimaron según los ratios de la empresa .

por metro cubico (hh/m3) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

3.5.12. Avance de mano de obra por mes

Tabla 26

Proyecto 4 - Porcentaje de avance de mano de obra por mes

Mes	Porcentaje	Horas hombre
Mes 1	45%	5,126
Mes 2	45%	5,126
Mes 3	10%	1,139
Total	100%	11,390

Nota. El porcentaje de avance se obtuvo mediante reportes de campo.

Tabla 27

Proyecto 4 - Reporte de horas hombre en obra, mes 1

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Capataz	41	41	41	41
Operario	192	192	192	192
Oficial	289	289	289	289
Peón	577	577	577	577
Total	1,100	1,100	1,100	1,100

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes.

por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Tabla 28

Proyecto 4 - Reporte de horas hombre en obra, mes 2

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Capataz	41	41	41	41
Operario	192	192	192	192
Oficial	289	289	289	289
Peón	577	577	577	577
Total	1,100	1,100	1,100	1,100

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes.

Tabla 29

Proyecto 4 - Reporte de horas hombre en obra, mes 3

Cuadrilla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Capataz	65	0	0	0
Operario	168	0	0	0
Oficial	252	0	0	0
Peón	503	0	0	0
Total	978	0	0	0

Nota. Se recolecta las horas hombre de la cuadrilla por semana y se realiza un reporte general por cada mes, al tercer mes los trabajos de obras civiles finalizaron.

3.5.13. Metrado y horas hombre ejecutadas**Tabla 30***Proyecto 4 - Metrado y horas hombre ejecutadas*

Ítem	Partida	Unid	Metrado	Horas hombre
1	Concreto	m ³	390	2,636
2	Encofrado	m ²	1,400	4,267
3	Acero de refuerzo	kg	31,500	2,873
Total hh				9,776

Nota. Al finalizar los trabajos de obras civiles se realiza un consolidado de metrado y horas hombre ejecutadas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Metodología de estimación de ratios para el cálculo hh/m3

Tabla 31

Metodología de estimación de ratios

Mitología	Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3	Proyecto 4
	Minsur	Pluspetrol	Chinalco	Enap
Base de datos	No	No	No	No
Experiencia del presupuestador	Si	Si	Si	Si
Ratios actualizados	No	No	No	No
Competitividad	Si	Si	Si	Si

Nota. La metodología presentada en la tabla se empleó para la elaboración de los presupuestos.

HAUG S.A enfrenta un desafío importante en la elaboración de presupuestos para sus proyectos. La empresa no dispone de una base de datos de ratios específicos por proyectos, lo que ha llevado a una falta de precisión en las estimaciones para los Proyectos 1, 2, 3 y 4.

La experiencia del presupuestador es de gran relevancia en HAUG S.A., ya que la empresa cuenta con ingenieros con años de experiencia en el sector. Sin embargo, es importante reconocer que, a pesar de esta experiencia, los presupuestadores aún pueden cometer errores al realizar mediciones o al revisar minuciosamente los planos.

En obras civiles, HAUG S.A utiliza un ratio único para proyectos de cualquier tipo o complejidad, ya que la empresa se especializa en metalmecánica. Sin embargo, es evidente que es necesario actualizar y ajustar estos ratios para mejorar la precisión en la elaboración de presupuestos, especialmente en proyectos de mayor complejidad.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Un factor importante para considerar es la competitividad en el proceso de licitación, los ratios utilizados pueden influir en la capacidad de HAUG S.A para ganar proyectos. Si los ratios son demasiado altos, la empresa puede perder licitaciones. Esto plantea un dilema, ya que cambiar los ratios establecidos a lo largo de los años puede ser un desafío.

Por tal motivo, HAUG S.A se enfrenta a la necesidad de equilibrar la precisión en las estimaciones de costos, la experiencia del equipo y la competitividad en el mercado. Actualizar y adaptar los ratios de acuerdo con la complejidad de los proyectos es esencial para mantener la competitividad y mejorar la gestión de costos.

4.2. Modificaciones en el alcance del proyecto

Tabla 32

Modificaciones en el alcance del proyecto

Modificación	Proyecto 1 Minsur	Proyecto 2 Pluspetrol	Proyecto 3 Chinalco	Proyecto 4 Enap
Metrado %	11.1%	6.5%	2.8%	4.9%
Ingeniería de diseño	Si	Si	Si	No
Actividades nuevas	Si	Si	Si	Si
Cronograma	Si	No	Si	No

Nota. La variación en el metrado se mide en porcentaje, mientras que el resto se verifica para confirmar si ha habido cambios.

Si bien es común que en los proyectos de construcción se produzcan cambios en el alcance, es importante que estas variaciones se mantengan dentro de límites razonables en relación con el presupuesto inicial. En el Proyecto 1, según la información de la Tabla 34, se observa que el

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A
metrado tuvo una variación del 11.1% con respecto a la estimación inicial, lo cual se encuentra dentro de los márgenes aceptables de variación, generalmente establecidos entre el 5% y el 15%, en los Proyectos 2, 3 y 4, las variaciones fueron significativas pero no tuvieron un impacto relevante en el presupuesto.

Sin embargo, es importante destacar que en los Proyectos 1, 2 y 3 se realizaron modificaciones en la ingeniería de diseño, lo que sí tuvo influencia en el ratio de horas hombre por metro cúbico (hh/m³), dado que esto puede alterar las cantidades de acero por metro cúbico de concreto (kg/m³) y la cantidad de encofrado por metro cúbico de concreto (m³/m³).

Además, se introdujeron actividades nuevas en los Proyectos 1, 2 y 3 como resultado de los cambios en la ingeniería de diseño, lo que incrementó la complejidad de las obras, en el Proyecto 4 también se incluyeron partidas nuevas, aunque no tuvieron un impacto significativo en los ratios.

En lo que respecta al cronograma, se observa que en los Proyectos 1 y 3 hubo modificaciones que llevaron al retraso del inicio del proyecto por lo que se iniciaron en temporada de lluvias, lo cual tuvo un impacto drástico en el ratio de horas hombre por metro cúbico presupuestadas, en contraste, en los Proyectos 2 y 4 se logró mantener el cronograma según lo planificado inicialmente.

4.3. Características específicas de cada proyecto

Tabla 33

Características específicas de los proyectos investigados

Características	Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3	Proyecto 4
	Minsur	Pluspetrol	Chinalco	Enap
Región	Sierra	Costa	Sierra	Costa
Estación	Verano	Primavera	Verano	Verano
Condición climática	Lluviosa	Calurosa	Lluviosa	Calurosa
Altitud m s.n.m	4,500 - 5,200	0.0 - 10.0	4,200 - 4,900	70.0 – 90.0

Nota. Los proyectos analizados están ubicados en la zona geográfica, costa y sierra.

Como se puede apreciar en la Tabla 33, los proyectos presentan notables diferencias en cuanto a su ubicación geográfica, altitud, estación del año y condiciones climáticas, lo que incide en su desarrollo.

En el caso de los Proyectos 1 y 3, se llevaron a cabo durante la temporada de lluvias, lo que impactó significativamente en el rendimiento de la mano de obra, provocando una notable disminución. Lamentablemente, este factor no fue tenido en cuenta al elaborar el presupuesto.

En contraste, los Proyectos 2 y 4 se desarrollaron en condiciones climatológicas adversas, sin embargo, no se observaron cambios significativos en los rendimientos.

Aunque la altitud no tuvo un impacto significativo en el rendimiento de los trabajadores en el proyecto 1, 2, 3 y 4, ya que la mayoría de ellos residían en las zonas cercanas y estaban acostumbrados a la altitud, estas si afectaron al personal de supervisión. La mayoría de los supervisores provenían de Lima y, como resultado de las condiciones de altitud en el proyecto 1 y 3, algunos de ellos decidieron dejar sus puestos poco tiempo después de unirse al proyecto.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar detenidamente las condiciones geográficas y climáticas al planificar y presupuestar proyectos, lo que permitirá un ratio más real y una planificación más precisa en el futuro.

4.4. Comparación en los ratios de hh/m³ de los proyectos analizados

Se llevó a cabo una recopilación y comparación de los proyectos analizados. Es importante destacar que estos proyectos se localizan en diversas zonas geográficas, presentan variaciones significativas en altitud y se ven influenciados por una diversidad de condiciones climáticas. Además, durante la ejecución, surgieron actividades no previstas inicialmente en el proyecto, y se produjo un reajuste del cronograma debido a decisiones tomadas por el cliente. Estos aspectos han puesto de manifiesto una notoria discrepancia entre las estimaciones presupuestarias iniciales y los costos reales en la ejecución de los proyectos.

Tabla 34

Comparación de proyectos en los ratios de hh/m³ presupuestadas y ejecutadas al termino de obra

Proyecto	Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3	Proyecto 4
	Minsur	Pluspetrol	Chinalco	Enap
Presupuestado	25.04	23.53	25.28	22.90
Ejecutado	35.43	22.10	32.10	25.07

Nota. Los proyectos analizados están ubicados en la zona geográfica, costa y sierra.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Como parte del primer objetivo de investigación, se llevó a cabo una revisión de las metodologías utilizadas en los presupuestos analizados. Fue evidente que HAUG S.A carece de una base de datos específica por proyecto, lo que motivó la realización de este estudio. Los resultados de este estudio proporcionaron una base de datos inicial que servirá como punto de partida y podrá ser ampliada con los futuros proyectos de la empresa.

Es importante destacar que este estudio también permitió la generación de ratios más precisos, teniendo en cuenta la naturaleza de cada tipo de proyecto. La intención fue mejorar la precisión en las estimaciones sin comprometer la competitividad de la empresa en el proceso de licitación.

En la segunda parte de este trabajo, se ha logrado identificar un factor clave que tiene un impacto directo en la productividad de la mano de obra: los cambios en el alcance del proyecto. De todos los cambios analizados, el que ha tenido el mayor impacto en el rendimiento ha sido el cambio en la ingeniería de diseño, particularmente cuando este cambio es impulsado por el cliente.

Resulta evidente que en los proyectos en los que se han introducido modificaciones en la ingeniería de diseño por parte del cliente, se ha observado un aumento significativo en las horas de trabajo no planificadas. Esto se debe a que estos cambios han generado una mayor complejidad en las tareas a realizar, lo que a su vez ha exigido una extensión en el tiempo necesario para llevar a cabo dichas tareas.

Este hallazgo subraya la importancia de gestionar cuidadosamente los cambios en el alcance del proyecto, especialmente cuando involucran modificaciones en la ingeniería de

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A
diseño. Una comunicación efectiva con el cliente y un análisis minucioso de los posibles impactos en el proyecto son esenciales para anticipar y mitigar el aumento de horas hombre no previstas. De esta manera, se puede garantizar una mayor eficiencia en la ejecución de proyectos y evitar retrasos y sobrecostos innecesarios.

El tercer objetivo de nuestro estudio ha permitido concluir que las condiciones climáticas desempeñan un papel de gran relevancia en cuanto al impacto directo que ejercen en la eficiencia de la mano de obra. Estas condiciones climáticas provocan retrasos significativos en la ejecución de las tareas planificadas. De manera específica, en regiones caracterizadas por altos niveles de precipitación, como zonas lluviosas, se ha observado una disminución del rendimiento laboral de aproximadamente un 20% en comparación con aquellas áreas no afectadas por lluvias constantes.

Además, es importante subrayar que los proyectos ubicados a altitudes superiores a 4,000 metros sobre el nivel del mar presentan un desafío adicional, especialmente para el personal de supervisión. Adaptarse a las condiciones de alta altitud puede ser un proceso complicado y, en muchas ocasiones, resulta en la renuncia de los supervisores. Esto tiene un impacto directo en la gestión y supervisión de los proyectos, ya que la rotación de personal en puestos clave puede llevar a una falta de continuidad y experiencia en la toma de decisiones.

Por esta razón, las condiciones climáticas adversas y la altitud son factores críticos que inciden en el rendimiento de la mano de obra y la gestión de proyectos de construcción. Comprender y abordar estos desafíos es esencial para lograr un mayor éxito en la ejecución de proyectos en estas condiciones.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A

Para concluir, esta investigación ha permitido la implementación de nuevos ratios específicos para los proyectos que HAUG S.A lleva a cabo. Estos ratios varían según la altitud y las condiciones de precipitación de la zona. En áreas de alta altitud y con fuertes lluvias, se ha establecido un rango óptimo de 32 a 37 horas-hombre por metro cúbico (hh/m³), mientras que en zonas de baja altitud y con escasa precipitación, el rango recomendado es de 20 a 25 (hh/m³). Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones, que podrían ampliar aún más nuestro conocimiento en este campo

5.2. Recomendaciones

Se recomienda que HAUG S.A. adopte de manera permanente los nuevos ratios de horas hombre por metro cúbico (hh/m³) desarrollados en este estudio. Estos ratios han demostrado ser significativamente más precisos en la estimación presupuestaria, lo que es fundamental para evitar desviaciones financieras en los proyectos. Para asegurar una transición efectiva y una comprensión adecuada de estos nuevos índices, es esencial proporcionar capacitación y formación a todo el personal involucrado en la planificación y ejecución de proyectos de obras civiles. Esto garantizará que el personal esté al tanto de la importancia de los nuevos ratios de hh/m³ y sepa cómo aplicarlos de manera efectiva según las particularidades de cada proyecto.

Además, se sugiere establecer un proceso de revisión y actualización periódica de los nuevos ratios de hh/m³. Este proceso debe basarse en la experiencia acumulada y en la evaluación de las cambiantes condiciones en los proyectos. La actualización constante de estos ratios garantizará que se mantengan alineados con las necesidades cambiantes de la empresa y del mercado de la construcción.

Es fundamental mantener una base de datos que registre los índices de hh/m³ utilizados en cada proyecto, así como las desviaciones entre los costos presupuestados y los costos reales. Este seguimiento detallado proporcionará información valiosa para futuras mejoras, permitiendo la identificación de patrones y tendencias que puedan servir como guía para la optimización continua de los procesos de estimación presupuestaria y gestión de costos en proyectos de obras civiles.

REFERENCIAS

- Acevedo Pérez, R. (2015). *Pérdida de productividad laboral por cambios en los proyectos en obras de construcción* [Tesis de Maestría, Universidad de Chile].
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/142099>
- Aliaga Zorrilla, J. C. (2019). *Análisis del rendimiento de mano de obra en el proyecto de sistema de captación de agua potable en el anexo de cruz de mayo del distrito de Andamarca, provincia de Concepción – Región Junín* [Tesis de titulación, Universidad Peruana del Centro]. <http://hdl.handle.net/20.500.14127/178>
- Calle Castro, C. J. (2013). *Análisis de los rendimientos de mano de obra, equipo y materiales en edificaciones de hasta tres plantas en la ciudad de Azogues* [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/346>
- Calle Molina, K. M., & Correa Quezada, J. S. (2022). *Análisis comparativo de presupuestos en diferentes tipos de proyectos públicos* [Tesis de titulación, Universidad del Azuay].
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11919>
- Cano R., A., & Dque V., G. (2000). *Rendimientos y consumos de mano de obra*. Colombia: Sena - Camacol.

Implementación de nuevos ratios de horas hombre por metro cubico (hh/m³) para mejorar los proyectos de obras civiles en HAUG S.A
Castro Fierro, X. (2022). *Administración de costos y presupuestos de obra civil, según el*

PMBOK ® 7MA edición [Tesis de titulación, Universidad Católica de Colombia].

<https://hdl.handle.net/10983/27036>

Gallardo Zevallos, G. (2014). *Análisis y propuesta de gestión de presupuestos adicionales para contratos de obras viales* [Tesis de Maestría, Universidad de Piura].

<https://hdl.handle.net/11042/2443>

Gonzales Alva, M., & Mendoza Rojas, A. (2015). *Optimización de costos utilizando la herramienta de gestión de proyectos en edificios multifamiliares (caso: edificio Aliaga - Casa club II - Magdalena del Mar - Lima)* [Tesis de titulación, Universidad de San

Martin de Porres]. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/1441>

Lascano Iñiguez, M. A. (2015). *Rendimiento de mano de obra de los principales rubros: comprobación real en el sitio de obra* [Tesis de titulación, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/3571>

Madison, B. L., Jose, & Reategui Panduro, E. (2021). *Elaboración de un modelo de presupuesto y propuesta de control para alcanzar la utilidad objetiva de una empresa constructora, Tarapoto* [Tesis de titulación, Universidad Científica del Perú].

<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/2368>

Suarez Salazar, C. (1977). *Costo y tiempo en edificación*. Mexico: Limusa S.A.

Mantilla Gutiérrez, A. C. (2014). *Rendimiento de la mano de obra en proyectos de saneamiento básico, ejecutados por administración directa, en zonas rurales de la Encañada - Cajamarca* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Cajamarca].
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/277>

Saravia Jhuallanca, V., & Rimachi Quispe, J. J. (2021). *Costos y presupuestos de construcción de edificaciones y la rentabilidad económica de la Empresa Constructora Goti Asociados Diseña & Construye S.A.C. del distrito de Wanchaq período 2018* [Tesis título profesional, Universidad Andina del Cusco].
<https://hdl.handle.net/20.500.12557/4341>

Varios autores. (2023). *Costos de revista especializada para la construcción, suplemento técnico*. Costos S.A.C.

Benites Moscol, J., & Mendoza Fernandez, A. (2023). *Evaluación del índice de producción, ratio y rendimiento de la mano de obra con la metodología Lean Construction durante la ejecución de las partidas de encofrado, concreto y tarrajeo en el proyecto multifamiliar "Luciana" – 2021* [Tesis de Maestría, Universidad tecnológica del Perú].
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/7348>

ANEXOS

ANEXO 1 Carta de propuesta proyecto 1 – MINSUR



QH-077-2022-DC Rev.0

Lima, 20 de octubre de 2022

Señores
MINSUR S.A.
Presente. -

Atención : Sr. Julio José Huillca Salas
Administrador de Contratos Senior
Proyectos de Expansión

Ref. : Proceso de Licitación N° MIN-CORP-126-22-OBR-LI-STA - Obras
Civiles Complementarias (Fase 2) y Montaje Electromecánico de
Planta STA. – Propuesta Económica

Muy señores nuestros:

Nos es grato dirigimos a ustedes en atención a su comunicación y asunto de la referencia, en primer lugar, para reiterarles nuestro agradecimiento por brindarnos la oportunidad para participar en el proyecto de la referencia.

Luego, para remitir adjunto a la presente nuestra Propuesta Económica, según Presupuesto No. QH-077-2022-DC Rev.0, la cual ha sido elaborada de acuerdo con la información entregada por ustedes.

Al respecto, quedamos a su entera disposición para atender cualquier consulta que tuvieran sobre el particular.

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

Atentamente,

HAUG S.A.

Edvard Hartinger Mazzini
Gerente Comercial
División Fabricaciones

Inc. Lo citado

WV/lec

ingeniería
construcción
montaje

Panacea 1036R.
Ex Fundo Sba, Rosa
Luzin, Lima - Perú
T: (511) 612 4545
F: (511) 612 4500



QH-040-2021-DC Rev.0

Lima, 02 de agosto de 2021

Señores:
PLUSPETROL PERÚ CORPORATION S.A.
Presente. -

Atención : Sr. Antonio Conte

Referencia : RFP- RONDA 1 - EPC41 New Ground Flare y Nuevo Wind Fence del Flare existente - LOTE88Y56 -PER -2021 - Planta de Fraccionamiento de Pisco (PFLGN - PISCO) - Propuesta Económica

Muy señores nuestros:

Nos es grato dirigimos a ustedes en atención a su comunicación y asunto de la referencia, en primer lugar, para reiterarles nuestro agradecimiento por brindarnos la oportunidad para participar en el proyecto de la referencia.

Luego, para remitir adjunto a la presente nuestra Propuesta Económica, según Presupuesto No. QH-040-2021-DC Rev.0, la cual ha sido elaborada de acuerdo a la información entregada por ustedes.

Al respecto, quedamos a su entera disposición para atender cualquier consulta que tuvieran sobre el particular.

Agradeciendo su gentil atención, quedamos de ustedes.

Atentamente,

HAUG S.A.

Abel Villafuerte Rozas
Jefe Comercial





Inc. Lo citado

JMO/ec

ingeniería
construcción
montaje

Parcela 10368,
Ex Fundo Sita, Pisco
Lurín, Lima - Perú
T: (511) 613 4545
F: (511) 613 4500

ANEXO 3 Carta de propuesta proyecto 3 – CHINALCO

HAUG S.A.	INGENIERIA CONSTRUCCION MONTAJE	
PARCELA 10368, EX FUNDO SANTA ROSA, LURIN, LIMA, PERU T (511) 613-4545 / F (511) 613-4500 Web: www.haug.com.pe - Email: tecnicos@haug.com.pe		
Lurín, 27 de agosto de 2018		
Señores: Proyecto Expansión Toromocho Av. La Paz 1049, Piso 2 Of. 202 Miraflores – Lima		
Atención:	Sr. Pedro Ruiz	
Referencia:	Proyecto Expansión Toromocho IAP N° A8TO-K-CC-105 CONSTRUCCIÓN VERTICAL: ESTRUCTURAL, MECÁNICO, TUBERÍAS, ELECTRICIDAD E INSTRUMENTACIÓN – ÁREAS PERIFÉRICAS	
Asunto:	Entrega de Oferta Técnica / Comercial CARTA DE PROPUESTA	
<p>En respuesta a la Invitación a Propuesta IAP N° A8TO-K-CC-105 "CONSTRUCCIÓN VERTICAL: ESTRUCTURAL, MECÁNICO, TUBERÍAS, ELECTRICIDAD E INSTRUMENTACIÓN - ÁREAS PERIFÉRICAS", de fecha 20 de julio de 2018, y de acuerdo a las "INSTRUCCIONES AL PROPONENTE", "FORMATOS DE PROPUESTA" y "MODELO DE CONTRATO" adjuntos, el abajo firmante propone suministrar toda la mano de obra, servicios profesionales y técnicos, supervisión, materiales y equipos y para realizar todas las actividades necesarias y requeridas para las Obras de Construcción Vertical de las Áreas de Molienda, Recuperación de Mineral Grueso y Pebbles, de aquí en adelante denominado "el Servicio", para el Proyecto Expansión Toromocho de Minera Chinalco S.A., ubicado en Perú, Departamento de Junín, Provincia de Yauli, a 140 kilómetros al este de la ciudad de Lima, en adelante denominado genéricamente "el Proyecto", de acuerdo con las provisiones de los documentos de la IAP y cualquier adenda, y a los precios fijados para los respectivos ítems indicados en la Propuesta Comercial adjunta.</p> <p>El abajo firmante acuerda que esta Propuesta constituye una propuesta a firme para Minera Chinalco Perú S.A., en adelante "EL PROPIETARIO" y que no podrá ser retirada por ciento cincuenta (150) días calendario desde y posteriores a la fecha límite o hasta que el contrato correspondiente sea firmado por el abajo firmante y el PROPIETARIO, lo que suceda primero.</p> <p>El abajo firmante certifica que ha examinado y está totalmente familiarizado con todas las provisiones de los documentos de la presente IAP y sus adendas correspondientes; que ha verificado cuidadosamente el texto y los números mostrados en los cuadros de Cantidades y Precios; que ha revisado cuidadosamente la exactitud de todos los enunciados de la presente Propuesta y sus documentos adjuntos; y que de acuerdo a la evaluación cuidadosa de todos los documentos de la IAP y sus correspondientes adendas, así como, de las condiciones actuales de terreno, tiene pleno conocimiento de la naturaleza y la ubicación de todos los trabajos, de las condiciones generales y locales a ser encontradas durante el desarrollo del trabajo, de los requerimientos del contrato y de cualquier otro factor que podría afectar de alguna forma el trabajo o sus costos asociados. El abajo firmante acuerda que la COMPANÍA no será responsable, bajo ninguna circunstancia, de cualquier error, inconsistencia u omisión por parte del abajo firmante, en preparar o entregar su Propuesta.</p>		
		



QHC-151-2022-DF Rev.0

Lurín, 18 de octubre del 2022

Señores:

ENAP CHILE

Presente. -

Atención : Sr. Mauricio Salas

Ref. : LICITACIÓN DA31083004 RFP ENAP SUMINISTRO Y MONTAJE
NUEVO ESTANQUE T1003 Y SUS INTERCONEXIONES PARA
PLANTA SAN FERNANDO

Muy señores nuestros:

Nos es grato dirigirnos a ustedes en atención a su comunicación y asunto de la referencia, en primer lugar, para reiterarles nuestro agradecimiento por brindarnos la oportunidad para participar en el proyecto de la referencia.

Luego, para remitir adjunto a la presente nuestra Propuesta Técnica a **Suma alzada**, según Presupuesto No. QHC-151-2022-DF Rev.0, la cual ha sido elaborada de acuerdo con la información entregada por ustedes.

Al respecto, quedamos a su entera disposición para atender cualquier consulta que tuvieran sobre el particular.

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

Atentamente,

HAUG S.A.

Abel Villafuerte
Gerente Comercial de Haug Chile

Inc.: Lo citado
EC/lec

Parcela 10368,
Ex Fundo Sta. Rosa
Lurín, Lima - Perú
T: (511) 613 4545
F: (511) 613 4500