

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en el área de costos y gestión de proyectos,
en la empresa Diseños y Construcciones, DISCON SAS.

César Augusto Vasquez Jaimes

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero civil

Director

Silvia Juliana Tijo López

Ingeniera civil. PhD

Universidad Industrial de Santander

Facultad de ingenierías Fiscomecánicas

Escuela de ingeniería Civil

Ingeniería civil

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Con profundo amor y agradecimiento, dedico este trabajo de grado a:

Mi madre, Johana Jaimes por ser mi pilar fundamental, por su amor incondicional, por su apoyo en los momentos difíciles, por su comprensión y por ser mi fuente de inspiración constante. Gracias a ella, este sueño se ha hecho posible.

Mi padre, Luis Londoño por sus sabios consejos, por su apoyo constante y por ser un ejemplo a seguir. Su presencia ha sido fundamental en mi camino profesional.

Mi abuela, Isabel Blanco por sus enseñanzas, por su apoyo incondicional y por ser mi guía en los momentos difíciles. Su sabiduría ha sido un faro que ha iluminado toda mi vida.

Mi abuela, Carmen Ruiz por su apoyo incondicional durante este proceso.

A Rosalbina Rojas y familia por acogerme en su hogar como un hijo más, por su cariño, apoyo y por brindarme un ambiente lleno de alegría y felicidad. Son parte importante de mi vida y les estoy profundamente agradecido.

A mi pareja, Andrea Luna por su amor, comprensión, paciencia y por ser mi compañera en este camino. Su apoyo ha sido invaluable durante este proceso.

Este trabajo es un pequeño homenaje a todas las personas que han hecho posible este logro. Gracias por todo.

Agradecimientos

A Diseños y Construcciones SAS mi más sincero agradecimiento por la oportunidad de realizar mis prácticas empresariales y por permitirme poner en práctica mis conocimientos y habilidades en un entorno real. Agradezco a todo el equipo por su cálida acogida, su constante apoyo y por compartir su invaluable experiencia conmigo. Su invaluable colaboración ha sido fundamental para mi crecimiento profesional.

A mi directora de tesis, Silvia Juliana Tijo extendiendo mi profunda gratitud por su invaluable apoyo, su experta guía y su infinita paciencia durante el desarrollo de este trabajo de grado. Sus consejos y sugerencias fueron pilares fundamentales para alcanzar este objetivo.

A mi tutora de prácticas, Liana María Mogollón mi más sincero agradecimiento por su constante apoyo, su dedicada atención y por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias. Su orientación y consejos fueron invaluable para mi aprendizaje durante la práctica profesional.

A mis compañeros de trabajo, Norfelia Martínez y Juan Diego Cadavid agradezco profundamente su apoyo, compañerismo y por crear un ambiente de trabajo agradable y motivador. Su amistad y colaboración han sido un gran apoyo durante este proceso.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	15
1. Objetivos	16
1.1 Objetivo general	16
1.1.1 Objetivos específicos	16
2. Generalidades de la empresa.....	16
2.1 Descripción de la empresa	16
2.2 Misión:	17
2.3 Visión:.....	17
2.4 Contexto local de DISCON	17
3. Metodología	17
3.1 Creación de base datos.....	18
3.1.1 Integración con el equipo de compras	18
3.1.2 Análisis de necesidades.....	18
3.1.3 Cotización	19
3.1.4 Diseño de la base de datos	19
3.1.4.1 Material	21
3.1.4.2 Unidad.....	22
3.1.4.3 Grupo	22
3.1.4.4 Información adicional	22
3.1.4.5 Servicios adicionales.....	22
3.1.4.6 Valor cotizado	22

3.1.4.7	Fecha de cotización.....	23
3.1.4.8	Proveedor	23
3.1.4.9	Ubicación	24
3.1.4.10	Validez de la oferta	24
3.1.4.11	Costos adicionales.....	24
3.1.4.12	Validez	25
3.2	Elaboración de APUs.....	26
3.2.1	Proceso para la elaboración de APUs	26
3.2.1.1	Revisión de aspectos generales.....	26
3.2.1.2	Rangos salariales.....	27
3.2.1.3	Mano de obra	28
3.2.1.4	Equipo y materiales.....	28
3.2.1.4.1	Materiales.....	28
3.2.1.4.2	Maquinaria y equipos.....	29
3.2.1.5	Rendimientos	30
3.2.1	Proyecto a ejecutar	31
3.2.1.1	Información del proyecto.....	31
3.2.1.2	Estudio de mercado.....	32
3.2.2	Elaboración de APUS.	35
3.2.2.1	Aspectos generales.....	35
3.2.2.1.1	Salarios.....	35
3.2.2.1.2	Equipos	36
3.2.2.2	Elaboración de APUs.....	37

3.2.2.2.1	APU excavación mecánica	37
3.2.2.2.2	APU retiro de material sobrante	38
3.2.2.2.3	APU Banco de Ductos Tipo 2 - 3x3xØ6".....	39
3.2.2.3	Resultados cuadro económico.....	44
3.3	Licitaciones	44
3.3.1	Objeto de DISCON SAS.....	44
3.3.2	Requisitos para licitar	44
3.3.3	Proceso para licitar.....	45
3.3.3.1	Objeto de la licitación	45
3.3.3.2	Indicadores financieros	45
3.3.3.3	Solvencia profesional o técnica	46
3.3.3.3.1	Consortios.....	47
3.3.3.4	Requisitos de participación	47
3.3.3.5	Directrices dadas por DISCON SAS	47
3.3.4	Herramienta para licitar	48
3.3.4.1	Base de datos solvencia profesional y técnica de DISCON SAS	48
3.3.4.2	Base de datos solvencia financiera de DISCON SAS	48
3.3.4.3	Diseño lista de chequeo	49
3.3.5	Licitación apta.....	52
3.3.6	Licitación no apta.....	54
4.	Conclusiones	56
5.	Recomendaciones	57
	Referencias bibliográficas.....	58

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Precio de soldadura exotérmica por proveedor. Fuente: Autor</i>	23
Tabla 2. <i>Estudio de mercados. Fuente: Caribemar</i>	32
Tabla 3. <i>Salarios operativos para el proyecto. Fuente: Caribemar</i>	36
Tabla 4. <i>Costo diario de maquinaria. Fuente: Autor</i>	36
Tabla 5. <i>Materiales para banco de ductos. Fuente: Autor</i>	41
Tabla 6. <i>Cantidad de materiales por metro lineal para el banco de ductos. Fuente: Autor</i>	42

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Base de datos materiales. Fuente: Autor</i>	21
Figura 2. <i>Base de datos de materiales auxiliar. Fuente: Autor</i>	21
Figura 3. <i>Apu excavación mecánica en Blocksoftware. Fuente: Autor</i>	38
Figura 4. <i>Apu retiro de material sobrante en Blocksoftware. Fuente: Autor</i>	39
Figura 5. <i>Perfil banco de ductos. Fuente: Caribemar</i>	40
Figura 6. <i>Apu banco de ductos en Blocksoftware. Fuente: Autor</i>	43
Figura 7. <i>Ejemplo objeto de la licitación. Fuente: Autor</i>	49
Figura 8. <i>Ejemplo experiencia requerida. Fuente: Autor</i>	49
Figura 9. <i>Ejemplo requisitos de participación. Fuente: Autor</i>	50
Figura 10. <i>Ejemplos plazo del proyecto. Fuente: Autor</i>	50
Figura 11. <i>Ejemplo de indicadores financieros. Fuente: Autor</i>	51
Figura 12. <i>Ejemplo de observaciones. Fuente: Autor</i>	51
Figura 13. <i>Resultados de búsqueda de contratos ejecutados según el objeto de la licitación. Fuente: Autor</i>	52
Figura 14. <i>Resumen licitación apta. Fuente: Autor</i>	53
Figura 15. <i>Resultados de búsqueda de contratos ejecutados según el objeto de la licitación no apta. Fuente: Autor</i>	54
Figura 16. <i>Resumen licitación no apta. Fuente: Autor</i>	55

Lista de Apéndices

Apéndice A. Base de materiales

Apéndice B. Código Excel

Apéndice C. Cuadro económico

Apéndice D. Herramienta para licitar

Los apéndices se presentan como documentos digitales adjuntos.

Glosario

Análisis de Precios Unitarios (APUs): Un análisis de precio unitario “APU” es la técnica de estimación vinculada a los paquetes de trabajo más pequeños que también se suele llamar rubro o partida, la misma integra el análisis de la estimación de las áreas del alcance, tiempo y costo, sin dejar de lado la estimación considerando riesgo, recursos y calidad. (Interpro, 2016)

Base de datos: Una base de datos es una colección de información organizada y presentada para servir a un propósito específico. También se entiende como un archivo de datos interrelacionados, recolectados, que satisfacen las necesidades de información de una comunidad determinada de usuarios. (Rivera, 1994)

Cronograma de Trabajo: El cronograma es una herramienta esencial para elaborar calendarios de trabajo o actividades. Un documento en el que se establece la duración de un proyecto, la fecha de inicio y final de cada tarea; es decir, una manera sencilla de organizar el trabajo. (Andrés Á, 2023)

Gestión de Proyectos: La gestión de proyectos o Project Management es una serie de perspectivas teóricas y prácticas que se aplican para administrar, diseñar y orientar los esfuerzos dentro de un proyecto corporativo, civil, tecnológico y de cualquier índole de principio a fin. (Content, 2021)

Herramienta: Una herramienta es esencialmente una aplicación, solución, metodología, paradigma, método, modelo, algoritmo, procedimiento, protocolo, sistema, indicador o instrumento específico que permite y facilita la administración y optimización de un proceso y la organización de manera profesional. (Schwarz Díaz, 2018)

Ingeniería civil: la ingeniería civil es la disciplina de la ingeniería que emplea conocimientos de cálculo, mecánica, hidráulica y física para encargarse del diseño, construcción y mantenimiento

de las infraestructuras emplazadas en el entorno, incluyendo carreteras, ferrocarriles, puentes, canales, presas, puertos, aeropuertos, diques y otras construcciones relacionadas. (Rig, 2021)

Presupuesto: El presupuesto es una herramienta de planeación que expresa en términos financieros o monetarios las operaciones y recursos que forman parte de la empresa en un período de tiempo determinado, para lograr los objetivos fijados por la organización en su estrategia. (González, 2023)

Rendimiento: El rendimiento de mano de obra está definido como el tiempo que emplea un obrero o una cuadrilla para ejecutar completamente una determinada actividad de construcción. Este se puede expresar en unidades de tiempo sobre unidades de la cantidad de obra ejecutada. (Millán & Sanchez, 2014)

Seguimiento y Control de Proyectos: Establece el conjunto de acciones que se llevarán a cabo para la comprobación de la correcta ejecución de las actividades del proyecto establecidas en la planificación del mismo. Su propósito es proporcionar un entendimiento del progreso del proyecto de forma que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas cuando la ejecución del proyecto se desvíe significativamente de su planificación. (Marco de desarrollo de la junta de Andalucía, n.d)

Zodmes: Son lugares en los cuales se realiza la disposición final de material de excavación que no pudo ser aprovechado en obra. (Sánchez Godoy, 2018)

Resumen

Título: Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en el área de costos y gestión de proyectos, en la empresa Diseños y Construcciones, DISCON SAS.*

Autor: César Augusto Vasquez Jaimes**

Palabras Clave: Análisis de precios unitarios, licitaciones, indicadores financieros, proyectos.

Descripción: El presente trabajo describe el desarrollo e implementación de herramientas para la optimización de procesos en el ámbito de la ingeniería civil. En colaboración con el equipo de compras, se diseñó e implementó una base de datos para la recopilación de cotizaciones de materiales para proyectos. Esta base de datos considera variables críticas que pueden influir en el costo, como el tipo de material, la ubicación del proveedor y las condiciones del mercado.

Adicionalmente, se implementó un protocolo detallado para la elaboración de análisis de precios unitarios. Este protocolo tiene como objetivo garantizar una determinación precisa de los costos de los proyectos, minimizando errores y optimizando la gestión de recursos.

Finalmente, se desarrolló una herramienta en Excel para la gestión de licitaciones. Esta herramienta centraliza la información, verifica los requisitos, define un protocolo de evaluación y agiliza la toma de decisiones. Como resultado, se ha mejorado la eficiencia en la selección de proyectos.

En el transcurso de esta experiencia, se han fortalecido habilidades esenciales en la gestión de proyectos y en la elaboración de análisis de precios unitarios. Estas habilidades son cruciales en el contexto del mercado de la ingeniería civil, donde la eficiencia y la precisión son fundamentales para el éxito.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías fisicomecánicas. Escuela de ingeniería civil. ingeniería civil. Director: Silvia Juliana Tijo López. Ingeniera civil. PhD.

Abstract

Title: Internship as a Civil Engineering Assistant in the Field of Costs and Project Management at Designs and Constructions, DISCON SAS.*

Author(s): César Augusto Vasquez Jaimes**

Key Words: El presente trabajo describe el desarrollo e implementación de herramientas para la optimización de procesos en el ámbito de la ingeniería civil. En colaboración con el equipo de compras, se diseñó e implementó una base de datos para la recopilación de cotizaciones de materiales para proyectos. Esta base de datos considera variables críticas que pueden influir en el costo, como el tipo de material, la ubicación del proveedor y las condiciones del mercado.

Adicionalmente, se implementó un protocolo detallado para la elaboración de análisis de precios unitarios. Este protocolo tiene como objetivo garantizar una determinación precisa de los costos de los proyectos, minimizando errores y optimizando la gestión de recursos.

Finalmente, se desarrolló una herramienta en Excel para la gestión de licitaciones. Esta herramienta centraliza la información, verifica los requisitos, define un protocolo de evaluación y agiliza la toma de decisiones. Como resultado, se ha mejorado la eficiencia en la selección de proyectos.

En el transcurso de esta experiencia, se han fortalecido habilidades esenciales en la gestión de proyectos y en la elaboración de análisis de precios unitarios. Estas habilidades son cruciales en el contexto del mercado de la ingeniería civil, donde la eficiencia y la precisión son fundamentales para el éxito.

Description: This paper describes the development and implementation of tools for optimizing processes in the field of civil engineering. In collaboration with the purchasing team, a database was designed and implemented for collecting material quotes for projects. This database considers critical variables that can influence cost, such as material type, supplier location, and market conditions.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Civil Engineering. Director: Silvia Juliana Tijo López. Civil Engineer. PhD.

Additionally, a detailed protocol was implemented for the preparation of unit price analysis. This protocol aims to ensure accurate cost determination for projects, minimizing errors and optimizing resource management.

Finally, an Excel tool was developed for bid management. This tool centralizes information, verifies requirements, defines an evaluation protocol, and streamlines decision-making. As a result, the efficiency of project selection has been improved.

Throughout this experience, essential skills in project management and unit price analysis have been strengthened. These skills are crucial in the civil engineering market, where efficiency and accuracy are critical to success.

Introducción

La construcción de obras civiles en Colombia es uno de los principales motores de la economía dada la cantidad de empleos directos e indirectos que se generan con personal calificado como no calificado. En nuestro país se ha evidenciado la existencia de obras civiles que han salido a la luz pública en los medios de comunicación, no por destacarse de forma positiva dentro de la industria de la construcción, sino por ser calificados negativamente por el incumplimiento y los grandes retrasos; entre estos proyectos se encuentran, la adecuación de la troncal de la calle 26 para el sistema de transporte masivo de Bogotá (Transmilenio), la doble calzada Bogotá Girardot, la carretera al puerto de Buenaventura, entre otros proyectos. (Delgado, 2014)

Por esta razón, en el ámbito de la ingeniería civil y la dirección de proyectos en la industria de la construcción, es esencial implementar una gestión eficaz de los recursos empleados en el proyecto para asegurar la rentabilidad y el cumplimiento exitoso de los objetivos propuestos.

La gestión de proyectos de construcción requiere el aprendizaje de procesos y el manejo de herramientas propias de la ingeniería civil. Como parte de este aprendizaje la práctica empresarial en el área de costos y gestión de proyectos en la empresa Diseños y Construcciones DISCON SAS incluye la elaboración de Análisis de Precios Unitarios (APUs) para establecer los presupuestos necesarios en los proyectos a ejecutar. Adicional a lo anterior, se trabajó en conjunto con el equipo de licitaciones en la búsqueda de oportunidades de proyectos que aporten al crecimiento de la empresa.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Realizar la práctica profesional en la empresa DISCON SAS con el propósito de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación académica y adquirir habilidades prácticas en el campo laboral mediante la comprensión de las operaciones en el área de costos y proyectos de la empresa.

1.1.1 *Objetivos específicos*

- Gestionar la base de datos de costos de materiales y recursos empleados en proyectos de construcción asegurando que esté completa, precisa y actualizada.
- Participar de forma activa con el equipo de compras en la elaboración de Análisis de Precios Unitarios (APUS) actualizados para los materiales y recursos necesarios en proyectos de construcción.
- Proponer una herramienta de soporte para la identificación de proyectos potenciales para la empresa, en la cual se considerarán tanto los indicadores financieros como los alcances específicos de cada proyecto.

2. Generalidades de la empresa

2.1 Descripción de la empresa

Diseños y construcciones (DISCON SAS) es una empresa con más de 30 años de experiencia en los sectores de la construcción, minería y energía. DISCON SAS es una empresa comprometida con el progreso económico del país y la región, a través del excelente desarrollo de proyectos.

2.2 Misión:

DISEÑOS Y CONSTRUCCIONES SAS, es una empresa que cuenta con 36 años de experiencia, en los sectores de servicios, construcción, minería y energía, generando a través de sus actividades económicas empleo, desarrollo y crecimiento económico regional y nacional.

La empresa presta sus servicios enfocados a la excelencia a entidades públicas y privadas, basándose en criterios de transparencia, honestidad, calidad, cumplimiento de principios contractuales, ética y la satisfacción de cada uno de sus clientes, objetivos que han venido cumpliendo a través del trabajo en equipo, eficiencia, eficacia, responsabilidad social empresarial, factores determinantes para el crecimiento y posicionamiento de la organización.

2.3 Visión:

Para el año 2025 DISEÑOS Y CONSTRUCCIONES SAS además de mantener su posición a nivel regional y nacional, contará con presencia en países latinoamericanos. Acorde con el crecimiento del país, fortalecerá sus actividades en el sector hidrocarburos y eléctrico, además de nuestro compromiso en el manejo adecuado de los recursos renovables y la inversión social enfocada y ligada a sus proyectos.

2.4 Contexto local de DISCON

DISCON SAS actualmente se encuentra ejecutando proyectos en varias regiones del país, incluyendo el Meta (en Caño Sur y Rubiales), Cesar (en San Alberto y El Copey), y Santander. Estas obras involucran la concesión de alumbrado público, la instalación de líneas de distribución de energía, el montaje de válvulas, instalación de equipos de patio, y trabajos de movimiento de tierra.

3. Metodología

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados y asociados al desarrollo de la práctica, se llevó a cabo el desarrollo de las siguientes fases:

3.1 Creación de base datos.

Con el objetivo de recopilar y organizar eficientemente la información, se ejecutaron los siguientes pasos en la construcción de la base de datos. Este enfoque metodológico fue diseñado con el propósito de asegurar una estructura de datos organizada y un acceso facilitado a la misma.

3.1.1 Integración con el equipo de compras

Como primer paso para la creación de la base de datos de materiales de construcción, se realizó una integración estratégica con el equipo de compras de la empresa. Esto permitió obtener la base de datos de proveedores precalificados que la empresa utiliza, incluyendo información vital como contacto, ubicación, especialidades y experiencia. Además, se obtuvieron los criterios de selección de proveedores que la empresa utiliza para la toma de decisiones, tales como precio, calidad, tiempo de entrega y servicio al cliente. Esta información fue fundamental para el diseño y la construcción de la base de datos, asegurando que se ajustara a las necesidades y procesos de la empresa.

3.1.2 Análisis de necesidades

Para comprender las necesidades específicas de la empresa en cuanto a la gestión de los materiales de construcción, se realizó un análisis detallado que tomó en cuenta los siguientes aspectos:

- **Proyectos en cotización:** Se analizaron los proyectos en curso y en fase de cotización para identificar los tipos de materiales, las cantidades requeridas y las fechas de entrega estimadas para cada actividad.

- Especificaciones técnicas: Se revisaron las especificaciones técnicas de cada proyecto para determinar las características y propiedades requeridas para los materiales.
- Materiales requeridos: Se elaboró un listado de los materiales necesarios para cada proyecto, incluyendo la cantidad, la unidad de medida y la descripción técnica.

3.1.3 Cotización

Con el listado de materiales ya definido, se procedió a la etapa de cotización. Para ello, se hizo uso de la base de datos de proveedores previamente obtenida, seleccionando aquellos que ofrecieran los materiales requeridos. Al solicitar las cotizaciones, se puso especial atención en obtener información crucial como:

- Disponibilidad del material: Se verificó la disponibilidad inmediata del material para asegurar que se ajustara a los plazos de los proyectos.
- Costos adicionales: Se consultaron y detallaron todos los costos adicionales asociados al material, como flete, seguros, impuestos y costos de descarga.
- Validez de la oferta: Se verificó la validez del precio cotizado por un periodo de tiempo razonable para asegurar la toma de decisiones informadas.
- Ubicación del despacho: Se determinó la ubicación del proveedor desde donde se despacharía el material, para calcular el tiempo de entrega y los costos asociados al transporte.

3.1.4 Diseño de la base de datos

La base de datos se diseñó en Microsoft Excel, A continuación, se presentan las características:

Estructura: La base de datos se estructuró en una única tabla principal, con las siguientes variables:

- Material: Nombre del material de construcción.
- Unidad: Unidad de medida en la que se comercializa el material.
- Grupo: Categorización del material según su función o características.
- Información adicional: Si hay información adicional, se incluye un resumen breve.
- Valor cotizado: Precio del material por unidad.
- Fecha de cotización: Fecha en la que se realizó la cotización del material.
- Validez de la oferta: Periodo de tiempo durante el cual el precio cotizado es válido.
- Proveedor: Nombre de la empresa que suministra el material
- Costos adicionales: Incluye el costo total por todos los costos adicionales que se presenten.
- Descripción de los costos adicionales: Detalle de los costos adicionales que se incluyen en el precio final del material, si aplica.
- Validez del precio: Indicador si el precio del material sigue siendo válido al momento de la consulta.
- Ubicación de despacho: De esta manera podremos calcular el valor del transporte a la ubicación del proyecto.

La figura 1 muestra la tabla que recopila los datos mencionados anteriormente.

Figura 1. Base de datos materiales. Fuente: Autor

MATERIAL	UNIDAD	GRUPO	INFORMACIÓN ADICIONAL	SERVICIOS ADICIONAL	VALOR COTIZADO	FECHA DE COTIZACIÓN	PROVEEDOR	UBICACIÓN	VALIDEZ DE LA OFERTA (DÍA)	COSTOS ADICIONALES	DESCRIPCIÓN COSTOS ADICIONALES	VALIDEZ
Pintura de aluminio 3 galones	Und	Pinturas	N/A	NO	\$ 98.600,00	20/12/2023	Proincol	Bucaramanga	60	\$ -		No valido
Perfil estructural liso 4"x4" tipo pesado x 3 metros	Und	Perfilería	N/A	NO	\$ 130.800,00	20/12/2023	Soldexel	Bogotá	60	\$ -		No valido
Barra corrugada 1/2" x 6 metros	Und	Aceros	N/A	NO	\$ 25.210,00	21/12/2023	Soldexel	Bogotá	30	\$ -		No valido
Curva 90° IMC 4"	Und	Curvas	N/A	NO	\$ 191.700,00	21/12/2023	Soldexel	Bogotá	30	\$ -		No valido
Soldadura exotérmica 115	Und	Soldaduras	N/A	NO	\$ 20.950,00	21/12/2023	Soldexel	Bogotá	30	\$ -		No valido
Curva 90° PVC 1"	Und	Curvas	N/A	NO	\$ 1.297,00	21/12/2023	Soldexel	Bogotá	30	\$ -		No valido
Cemento gris portland Tipo 1	Bulto	Cementos	N/A	NO	\$ 512,00	21/12/2023	ARGOS	Bucaramanga	30	\$ -		No valido
Cemento de baja emisión de CO2	Bulto	Cementos	N/A	NO	\$ 26.000,00	21/12/2023	ARGOS	Bucaramanga	30	\$ -		No valido
Unión recta IMC de 3"	Und	Uniones	N/A	NO	\$ 28.400,00	22/12/2023	Soldexel	Bogotá	30	\$ -		No valido
Riel Chanel 2"x4" x 3 metros	Und	Rieles	N/A	NO	\$ 38.000,00	22/12/2023	Soldexel	Bogotá	30	\$ -		No valido
Tubería IMC 3" x 3 metros	Und	Tuberías	N/A	NO	\$ 342.857,00	22/12/2023	Soldexel	Bogotá	30	\$ -		No valido
Unión tipo erickson 1"	Und	Uniones	N/A	NO	\$ 5.200,00	22/12/2023	Soldexel	Bogotá	30	\$ -		No valido
Concreto 3000 PSI Grava 3/4"	m3	Concretos	N/A	SI	\$ 491.100,00	22/12/2023	ARGOS	Barrancabermeja	30	\$ 373.300,00	Servicio de bombeo, Tiempo en obra 121 min	No valido
Cono antescalatorio de 0,5 metros de diametro en lamina de acero ASTM A36 de 1/8" con accesorios	Und	Accesorios postes	N/A	SI	\$ 88.240,00	22/12/2023	Pretecol	Bogotá	30	\$ 16.500,00	Transporte	No valido
Señalización "punto de encuentro" de 40x40 cm	Und	Señalizaciones	N/A	NO	\$ 20.000,00	22/12/2023	Homecenter	Bucaramanga	30	\$ -		No valido
Poste de concreto 12/750 Kgf	Und	Postes	Transporte por und	SI	\$ 1.063.860,00	23/12/2023	Pretecol	Bogotá	15	\$ 334.000,00	Transporte	No valido
Poste de concreto de 12/1350 kgf	Und	Postes	Transporte por und	SI	\$ 1.796.900,00	23/12/2023	Pretecol	Bogotá	15	\$ 460.000,00	Transporte	No valido
Poste de concreto de 9/750 Kgf	Und	Postes	Transporte por und	SI	\$ 785.400,00	23/12/2023	Pretecol	Bogotá	15	\$ 250.000,00	Transporte	No valido
Tubería IMC 3/4" x 3 metros	Und	Tuberías	N/A	NO	\$ 70.100,00	23/12/2023	Soldexel	Bogotá	30	\$ -		No valido

A continuación, se presenta una descripción detallada de cada una de las variables que la componen:

3.1.4.1 Material

Esta variable permite identificar el material de forma precisa y concisa. Para su selección, se ha implementado una lista desplegable que se encuentra asociada a una base de datos auxiliar (Ver figura 2). Esta base de datos contiene un listado predefinido de materiales, lo que evita la duplicación de materiales con diferentes nombres, un problema común al gestionar este tipo de información.

Figura 2. Base de datos de materiales auxiliar. Fuente: Autor

MATERIAL	UNID	GRUPO
Acero 420 Mpa	Kg	Aceros
ACPM	Gal	Combustible
Ángulo 3"x1/4" x 6 metros	Und	Ángulos
Arena de peña	m3	Triturados
Arena de planta	m3	Triturados
Árenilla triturada	m3	Triturados
Barra corrugada 1/2" x 6 metros	Und	Aceros
Base 2013 BG38 granular INVIAS	m3	Bases
Base 2013 BG40 granular norma INVIAS	m3	Bases
Base granular	m3	Bases
Base granular AMVA	m3	Bases
Base granular B600 Norma BG -CIDU 1995	m3	Bases
BG Invias 2013,	m3	Bases
BG-CA TIPO A	m3	Bases
Bloque ecológico tipo Lego 8x15x30 cm	Und	Bloques
Bomba centrífuga cpm 620 - motor de 1 hp a 220 v línea pedrollo	Und	Equipos
Canal de drenaje con rejilla monolitik DP-200V-320-D400 100x25x32 cm	Und	Prefabricados
Canal de drenaje con rejilla monolitik DP-200V-530 Carga F900 100x26x53 cm	Und	Prefabricados
Canaleta tipo Lego 8x15x30 cm	Und	Prefabricados
Cemento de baja emisión de CO2	Bulto	Cementos
Cemento gris portland Tipo 1	Bulto	Cementos

3.1.4.2 Unidad

La variable en cuestión es fundamental para identificar la presentación de los materiales, como bultos, galones o tuberías enteras, entre otros. Su importancia radica en que facilita la conversión a la cantidad necesaria para cada actividad, siendo indispensable durante la realización de los análisis de precios unitarios.

3.1.4.3 Grupo

Esta variable desempeña un papel crucial al categorizar los materiales según su funcionalidad o características, lo que simplifica la investigación de cotizaciones dentro de una categoría específica y facilita la búsqueda. Además, nos permite analizar cómo han variado los precios de ciertos materiales con el transcurso del tiempo, ofreciendo una visión más clara de las tendencias de mercado.

3.1.4.4 Información adicional

Esta variable nos permite incorporar información relevante proveniente del proveedor o cualquier otro dato considerado crucial para determinar el precio final del material.

3.1.4.5 Servicios adicionales

La variable "Servicio adicional" es una variable dicotómica que permite indicar si el material cotizado requiere un servicio adicional o no, como transporte, bombeo, u otros servicios. Esta información es especialmente útil para materiales como el concreto o materiales de cantera, que con frecuencia requieren servicios adicionales para su entrega o aplicación.

3.1.4.6 Valor cotizado

La variable "Valor cotizado" permite registrar el precio de venta de cada material. Esta información es fundamental para la gestión de la información de materiales.

3.1.4.7 Fecha de cotización

La variable "Fecha de cotización" es fundamental para determinar la vigencia de una oferta. Las ofertas de materiales suelen tener un tiempo de validez limitado, por lo que es importante conocer la fecha en que se realizó la cotización para verificar si la oferta aún está vigente.

3.1.4.8 Proveedor

La variable "proveedor", es vital para la gestión eficiente de cotizaciones, registra información crucial de la empresa que la realiza. Esta información facilita el contacto con la empresa para obtener información adicional, realizar seguimiento a la cotización, comparar precios entre proveedores y gestionar compras futuras, todo ello en aras de optimizar el proceso y obtener los mejores resultados.

La tabla 1, extraída de la base de datos de materiales, resume la comparación de cotizaciones con 5 proveedores distintos para una soldadura exotérmica de 115 gramos realizada el 18 de marzo de 2024:

Tabla 1. Precio de soldadura exotérmica por proveedor. Fuente: Autor

MATERIAL	UNIDAD	INFORMACIÓN ADICIONAL	VALOR COTIZADO	FECHA DE COTIZACIÓN	PROVEEDOR
Soldadura exotérmica 115 g	Und	Tiempo de entrega de 2 días	\$ 20.908,00	19/03/2024	Electro materiales
Soldadura exotérmica 115 g	Und	Tiempo de entra 1-2 días hábiles	\$ 16.400,00	19/03/2024	Grounding LTDA
Soldadura exotérmica 115 g	Und	Tiempo de entra 1-2 días hábiles	\$ 16.708,00	19/03/2024	Nacional de electros
Soldadura exotérmica 115 g	Und	Tiempo de entra 1-2 días hábiles	\$ 30.000,00	19/03/2024	Electrorueda
Soldadura exotérmica 115 g	Und	Tiempo de entra 1-2 días hábiles	\$ 31.500,00	19/03/2024	Soldexel

La base de datos de los materiales permite comparar precios y elegir la mejor relación costo-beneficio entre los proveedores. Es crucial considerar no solo el precio, sino también otros factores como el plazo de entrega, la forma de pago y los servicios adicionales. Al evaluar estas variables, se puede obtener la mejor opción que se ajusten a las necesidades de la empresa.

3.1.4.9 Ubicación

La variable "Ubicación" juega un papel fundamental en la determinación del costo total de los materiales. Esta variable permite conocer la distancia entre el lugar de despacho y el sitio de la obra, información crucial para calcular el costo del transporte.

3.1.4.10 Validez de la oferta

La variable "Tiempo de validez" es fundamental para determinar si una cotización sigue siendo válida en un momento determinado. Las ofertas de materiales suelen tener un tiempo de validez limitado, por lo que es importante conocer este plazo para evitar errores y confusiones.

3.1.4.11 Costos adicionales

Para la variable de costos adicionales, se ha desarrollado un código en Visual Basic. Esta herramienta funciona de la siguiente manera:

- **Activación:** Al seleccionar la casilla "SERVICIOS ADICIONALES" en la fila del material, se activa el código.
- **Descripción:** Si la casilla contiene el valor "SI" se abre una ventana emergente donde se ingresa una descripción detallada de cada costo adicional asociado al material, si, por el contrario, la casilla dice "NO" el código no se ejecuta y coloca un valor de \$ 0 COP en la casilla de costos adicionales.
- **Registro de precios:** Se presenta una nueva ventana emergente para registrar el precio de cada costo adicional individual.

- Cálculo y visualización: El código VBA realiza la suma automática de todos los costos adicionales ingresados. El total de costos adicionales se muestra en la columna "Costos adicionales".

La columna "Descripción de costos adicionales" muestra una breve descripción de los costos asociados al material.

La herramienta que se ha desarrollado para la cotización de materiales presenta un gran valor al momento de considerar servicios adicionales, especialmente para materiales como el concreto, que puede requerir servicios como bombeo, impermeabilización o recargos por tiempo en obra. Los puntos mencionados anteriormente generan una serie de beneficios, entre los que se destacan:

- Precisión en la cotización: Permite calcular el costo total del proyecto de forma precisa, incluyendo el costo del material y los servicios adicionales.
- Eficiencia en el proceso: Agiliza la cotización de materiales y servicios adicionales, evitando errores y omisiones.
- Reducción de riesgos: Minimiza el riesgo de pérdidas económicas por subestimar el costo total del proyecto.

Para el desglose del código utilizado, consulte el Apéndice B.

3.1.4.12 Validez

La variable "Validez" indica si una cotización es válida en la fecha actual. Esta información define si es necesario o no volver a realizar la cotización.

Durante los cuatro meses de prácticas, la base de datos se ha nutrido de forma constante, creando una herramienta actualizada y completa que servirá como base para la elaboración de análisis de precios unitarios. La base de datos ha permitido:

- Ampliar la cobertura de información: Se ha recopilado información sobre una amplia gama de materiales, proveedores y precios, lo que la convierte en una herramienta completa y útil.
- Mejorar la precisión de la información: La información se ha verificado y actualizado de forma regular, garantizando su confiabilidad para la toma de decisiones.
- Organizar la información de manera eficiente: Se ha organizado la información para facilitar su consulta y análisis, permitiendo una mejor comprensión para el mercado de materiales.

Para visualizar la base de datos consultar Apéndice A.

3.2 Elaboración de APUs

A continuación, se detalla el proceso mediante el cual se elaboró el análisis de precios unitarios:

3.2.1 Proceso para la elaboración de APUs

En base a las directrices de la empresa, se establece un protocolo para la elaboración de análisis de precios unitarios. Este protocolo define los pasos a seguir para asegurar la precisión, consistencia y confiabilidad de los análisis.

A continuación, se presenta el protocolo.

3.2.1.1 Revisión de aspectos generales

Revisión de planos: El primer paso consistirá en la revisión detallada de todos los planos de las obras civiles del proyecto. Se verificará que:

- Los planos estén completos y sean legibles.

- La información contenida en los planos sea precisa y coincida con las especificaciones técnicas.

Análisis de las especificaciones técnicas: Posteriormente, se procederá a la apertura y análisis del archivo que contiene las especificaciones técnicas del proyecto. Se prestará especial atención a:

- Los materiales y equipos a utilizar en la construcción.
- Las normas y criterios de diseño y construcción.

Estudio de mercado: Finalmente, se revisará el estudio de mercado realizado para el proyecto. Se analizará:

- La disponibilidad de materiales y equipos en el mercado.
- Los precios de los materiales y equipos.
- Los plazos de entrega.
- La unidad de medida de cada actividad.

Al completar esta fase inicial, se obtendrá un conocimiento completo del proyecto, incluyendo:

- Los alcances de las obras civiles.
- Los requisitos técnicos y legales.
- Las condiciones del mercado.

3.2.1.2 Rangos salariales

Los rangos salariales para el personal operativo del proyecto deben definirse de forma precisa y transparente. Estos rangos dependen de diversos factores, tales como el cliente, las condiciones del proyecto y la ubicación del mismo.

Factores a considerar:

- **Cliente:** El cliente puede tener requisitos específicos en cuanto a los rangos salariales del personal operativo así como los administrativos. Estos requisitos deben ser considerados al definir los rangos salariales.
- **Condiciones del proyecto:** Las condiciones del proyecto, como la complejidad de este, el tiempo de ejecución y los riesgos asociados, también influyen en los rangos salariales.
- **Ubicación del proyecto:** La ubicación del proyecto también es un factor importante a considerar, ya que los costos de vida y los salarios varían según la región.

3.2.1.3 Mano de obra

El éxito de un proyecto depende en gran medida de la correcta ejecución de las actividades planificadas. Para ello, es indispensable contar con el personal adecuado, tanto en términos de experiencia como de conocimiento técnico.

3.2.1.4 Equipo y materiales

3.2.1.4.1 *Materiales*

Para una correcta planificación de las actividades, es fundamental realizar una evaluación conjunta de los estudios de mercado y los planos entregados por el cliente. Esta evaluación permitirá analizar en detalle los materiales necesarios para la ejecución de las actividades, teniendo en cuenta las condiciones del mercado actual y las especificaciones técnicas del proyecto.

Realizar un análisis detallado de los materiales para cada proyecto es vital para el éxito del proyecto, dado que:

- Evita errores y omisiones: Un análisis cuidadoso reduce la probabilidad de errores y omisiones en la planificación, lo que a su vez evita retrasos y sobrecostos en el proyecto.
- Optimiza la gestión de recursos: Permite optimizar la selección, adquisición y uso de los materiales, asegurando un uso eficiente del presupuesto del proyecto.

3.2.1.4.2 Maquinaria y equipos

Además de los materiales, es fundamental definir la maquinaria y equipo necesaria para la ejecución de las actividades del proyecto a estudiar. Para ello, se siguieron los siguientes pasos:

Análisis de los estudios de mercado:

- Se realiza una revisión de los estudios de mercado para identificar las actividades que se van a ejecutar.
- Se analizan las características técnicas de las actividades para determinar qué tipo de maquinaria y equipos se requieren.
- Se consideran las condiciones del mercado actual en cuanto a disponibilidad, precios y características de la maquinaria.

Además de la maquinaria en sí, es fundamental considerar los costos adicionales que implica su uso en el proyecto. Estos costos adicionales pueden incluir:

- Combustible: Se debe estimar el consumo de combustible de la maquinaria durante la ejecución del proyecto y calcular el costo asociado.
- Transporte: Se debe determinar el costo de transportar la maquinaria al lugar de la obra y de regreso.
- Operación: Se debe considerar el costo de la mano de obra para operar la maquinaria.

La Fórmula 1 proporciona un método para calcular el valor de la maquinaria considerando los factores mencionados anteriormente.

Ecuación 1. *Cálculo valor de maquinaria. Fuente: DISCON SAS*

$$V_{final} = V_{dia} * Iva + Consumo \left(\frac{Lt}{hr} \right) * 0.2642 \left(\frac{Gal}{Lt} \right) * \frac{Vr \text{ Combustible}}{Gal} * Jornada (Hr) + MO$$

- Vfinal: Valor final de alquiler de la maquinaria.
- Vdia: Valor de la maquinaria inicial
- Consumo: El valor del consumo promedio de la maquinaria
- Vr combustible: Valor del combustible en la zona de ejecución del proyecto
- Jornada: La cantidad de horas que compone la jornada de trabajo para el proyecto a ejecutar
- MO: Se define como el personal necesario para la operación de la maquinaria

3.2.1.5 Rendimientos

En la elaboración de análisis de precios unitarios (APUs), los rendimientos son un factor fundamental. Estos valores, que determinan la cantidad de trabajo que se puede realizar en una unidad de tiempo, pueden variar significativamente según diversos factores, tales como:

- Zona del proyecto: Las condiciones geográficas de donde se ejecuta el proyecto impactan directamente en los rendimientos.
- Condiciones climáticas: El clima juega un papel crucial en los rendimientos. Factores tales como la lluvia o el calor extremo pueden ralentizar el trabajo e incluso llevar a suspender labores temporalmente. (Botero, 2002)

Para una correcta ejecución de los proyectos, es fundamental contar con la experticia del personal en obra. Este personal, gracias a su experiencia y conocimiento, puede estimar con mayor

precisión la duración real de las actividades, generando así rendimientos ajustados a la realidad del proyecto.

3.2.1 Proyecto a ejecutar

Para el desarrollo práctico del objetivo, se seleccionó uno de los estudios de mercado realizados durante el período de prácticas.

3.2.1.1 Información del proyecto

Construcción de obras civiles para la subestación eléctrica TR SE Magangué 110/34,5/13,8 Kv 40 MVA.

A continuación, se describen los trabajos a realizar por parte de DISCON SAS para el desarrollo de las obras civiles, las cuales comprendió las siguientes actividades:

- Trabajos de localización y replanteo del sitio a intervenir.
- Trabajos de demolición y/o desmontajes.
- Adecuación de terreno.
- Obras de canalizaciones (Banco de ductos, construcción cárcamos, construcción de atraque, Box Culvert, construcción de cajas de tiro, construcción de registros, etc).
- Construcción de drenaje.
- Construcción de vías internas.
- Cimentación de equipos en patio
- Cimentación de pórticos de barraje.
- Cimentación de transformador de potencia y trampa de aceite.
- Construcción de drenaje.
- Muro de cerramiento.

- Cimentación de postes.
- Construcción de la caseta de control.
- Ampliación de caseta existente.
- Ampliación puesta a tierra.
- Acabado de patio.
- Construcción de registros eléctricos (iluminación y puesta a tierra).

3.2.1.2 Estudio de mercado

La tabla 2 presenta el cuadro económico que contiene las actividades necesarias para la ejecución de las obras civiles del proyecto junto con sus respectivas cantidades.

Tabla 2. *Estudio de mercados. Fuente: Caribemar*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
11	INFRAESTRUCTURA REQUERIDA PARA LOS TRABAJOS		
11.1	Localización y replanteo	m ²	2170.00
12	ADECUACIÓN DE TERRENO		
12.1	Limpieza y descapote de 0,25 m	m ²	1252.64
12.2	Explanación en corte	m ³	297.58
12.3	Explanación en relleno - incluye descapote min 0,25m	m ³	1058.12
12.4	Protección de talud con empedrado	m ²	551.76
13	DEMOLICIONES Y DESMONTE		
13.1	Demolición de bordillo	m	130.64
13.2	Demolición de registro	Un	9
13.3	Demolición de vía	m ²	139.42
13.4	Demolición de muro	m	18.35
13.5	Demolición de cimentación y desmonte de postes (pórtico, afloramiento e iluminación)	Un	7
13.6	Desmonte de retenida	Un	4
13.7	Desmonte puerta de acceso	Un	1
13.8	Demolición de garita (incluye muros, losa piso, losa cubierta, columnas y cárcamos)	Un	2.00
13.9	Demolición de muro cerramiento	m	33.20
13.10	Desmonte malla de cerramiento interno	m	78.82
13.11	Demolición de atraque	Un	4
13.12	Demolición de tanque de agua	Un	1
13.13	Demolición de sumidero	Un	1
13.14	Demolición de columna	Un	3
13.15	Demolición de anden (e=0,10 m)	m ²	56.36
13.16	Demolición de tubería de drenaje	m	73.27
13.17	Demolición de tubería de banco de ductos	m	14.45
13.18	Demolición de cuneta	m	133.00

13.19	Demolición de placa en concreto (e=0,10 m)	m ²	1.25
13.20	Demolición de aletas de Box Culvert	Un	2.00
13.21	Demolición de muro de contención	m	6.34
14	SISTEMA DE DRENAJE		
14.1	Registro de drenaje Tipo 1 - R1, y R2 de 0,60m x 0,60m - profundidad máxima de 1,14 m	Un	2
14.2	Registro de drenaje Tipo 1 - R3, R4, R5 y R6 de 0,60m x 0,60m - profundidad máxima de 1.28 m	Un	4
14.3	Registro de drenaje Tipo 1 - R7 de 0,60m x 0,60m - profundidad de 1.42 m	Un	1
14.4	Colector de drenaje de Ø4"	m	23.75
14.5	Colector de drenaje de Ø6"	m	33.65
14.6	Construcción de filtro de drenaje (incluye tubería perforada Ø4")	m	44.20
14.7	Construcción de cuneta rectangular Tipo 1	m	32.55
14.8	Tubería Ø4" para drenaje de cárcamos - Incluye válvulas antirretorno	m	73.80
14.9	Registro de drenaje Tipo 1 - R8 y R9 de 0,60m x 0,60m - profundidad de 1.19 m	Un	2
14.10	Colector de drenaje de Ø8"	m	21.55
14.11	Colector de drenaje de Ø10"	m	4.20
14.12	Registro de drenaje Tipo 3 - 1,20m x 1,20 x 2,30m - Incluye soporte de tiro y escalera de gato	Un	1
14.13	Registro de drenaje Tipo 2 - R12 de 1.0m x 1.0m - profundidad de 2.14 m	Un	1
14.14	Sumideros - S1 y S2 - 0.4m x 0.7m - profundidad máxima de 0.45m	Un	2
14.15	Registro de drenaje Tipo 1 - R10, R11 y R13 de 0,60m x 0,60m - profundidad de 1.58 m	Un	3
14.16	Registro de drenaje Tipo 2 - R14 y R16 de 1.0m x 1.0m - profundidad maxima de 1.86 m	Un	2
14.17	Registro de drenaje Tipo 2 - R15 de 1.0m x 1.0m - profundidad de 1.93 m	Un	1
14.18	Construcción de cuneta rectangular Tipo 2	m	49.30
14.19	Cabezal de descole	un	1
14.20	Cuneta con rejilla	un	1
15	CANALIZACIONES		
15.1	Cárcamo de potencia tipo 1 - 1.2m x 2.1m - Incluye tapas en concreto - Incluye perfil Channel C4 x 5.4"	m	3.95
15.2	Cárcamo de potencia tipo 2 - 1,2m x 1,8 m - Incluye tapas en concreto - Incluye escalera de gato	m	5.85
15.3	Banco de ductos embebidos en concreto tipo 2 - 3x2xØ6"	m	5.40
15.4	Banco de ductos directamente enterrado tipo 7 - 2x1xØ4"	m	8.70
15.5	Banco de ductos directamente enterrado tipo 5 - 3x2xØ4"	m	2.80
15.6	Banco de ductos directamente enterrado tipo 3 - 2x1xØ6"	m	9.60
15.7	Atraque Tipo 1 - 1x2xØ6"	un	2
15.8	Registro MT Tipo 3 - 1m x 1m x 1,3m	Un	1
15.9	Banco de ductos directamente enterrado tipo 4 - 1x2xØ6"	m	0.20
15.10	Atraque Tipo 2 - 2x1xØ6"	un	3
15.11	Banco de ductos directamente enterrado tipo 1 - 3x2xØ6"	m	32.10
15.12	Cárcamo de potencia tipo 3 - 1.2m x 1.7 m - Incluye tapas en concreto	m	1.60
15.13	Cárcamo de control tipo 1 - 0,60 x 1,0 m - Incluye tapas en concreto - Incluye perfil C4 x 5.4"	m	15.15
15.14	Cárcamo de potencia tipo 4 - 1.2m x 1.35 m - Incluye tapas en concreto	m	3.35
15.15	Cárcamo de potencia tipo 5 - 1m x 1.45 m - Incluye tapas en concreto	m	5.55
15.16	Banco de ductos directamente enterrado tipo 8 - 2x2x4"	m	1.20
15.17	Registro MT Tipo 2 - 1,5m x 1,5m x 1,8m	Un	2
15.18	Banco de ductos embebidos en concreto tipo 6 - 3x2xØ4"	m	10.20
15.19	Registro MT Tipo 1 - 1,5m x 1,5m x 1,3m	Un	2
15.18	Banco de ductos directamente enterrado tipo 9 - 4x2xØ6"	m	11.60
15.19	Cárcamo de control tipo 2 - 0,60 x 0.85 m - Incluye tapas en concreto	m	4.25
15.20	Box culvert 1.0m x 1.0m x 5.4m	Un	1

16 VÍAS INTERNAS Y DE ACCESO			
16.1	Bordillo fundido en obra (0,15 x 0,15 m)	m	93.70
16.2	Construcción de vías internas y acceso en pavimento rígido e=0.17	m ²	279.06
16.3	Tapa Manhole ferro-concreto	Un	1
17 CASETA DE CONTROL - TABLEROS			
17.1	Puertas	Gl	1
17.2	Viga Dintel (0,20x 0,20 m)	m	5.70
17.3	Losa de piso, incluye acabados	m ²	36.46
17.4	Andén en concreto de e=0,10m	m ²	12.00
17.5	Muro en mampostería incluye acabados	m ²	93.15
17.6	Losa de cubierta, incluye acabados	m ²	79.80
17.7	Antepecho	m ²	14.44
17.8	Instalaciones eléctricas	Gl	1
17.9	Suministro e instalación de aire acondicionado	Gl	1
17.10	Columnas de concreto (0,40m x 0,40m x 4.70m) - Incluye pedestal (0.45m x 0.45m x 1m)	Gl	1
17.11	Zapata de cimentación - 1,5m x 1,5m x 0,4m	Un	6
17.12	Tapas de lámina de alfajor para cárcamos	m ²	8.86
17.13	Viga de amarre de cimentación Tipo 2 (0,4m x 0,4m x 4.2m)	Gl	1
17.14	Bajante de aguas lluvias	Un	2
17.15	Cárcamo de control tipo 5 - 0.5m x 0.9m	m	3.85
17.16	Cárcamo de control tipo 6 - 0.5m x 0.5m - Incluye perfil Tipo C 4 x 5.4" - Incluye sellos tipo Roxtec R100	m	13.95
17.17	Alfajía en concreto	m	36.40
17.18	Viga de amarre de cimentación Tipo 1 (0,4m x 0,4m x 3.15m)	Gl	1
17.19	Cárcamo de control tipo 4 - 0.6m x 0.9m	m	2.80
17.20	Bloque traslúcido	m ²	10.82
17.21	Puerta sencilla 1.5m x 2.2m	Un	2
17.22	Sistema de anclaje interno tipo ORBIT FALL P1050SS	Un	4
17.23	Sistema de anclaje externo para trabajo en altura	Un	4
18 MÓDULO COMÚN			
18.1	Acabado de patio Marmolizada de 3/4" - 1" e=0,15m	m ³	56.43
18.2	Malla puesta a tierra	Gl	1
18.3	Registro BT - 0,5m x 0,5m x 0,6m	Un	4
18.4	Registro de iluminación - 0,4m x 0,4m x 0,5m	Un	7
18.5	Registro puesta a tierra - 0,3m x 0,3m x 0,6m	Un	2
18.6	Trampa de aceite - Tipo 1	Un	1
18.7	Tubería conduit Ø2"	m	171.00
18.8	Tubería conduit Ø1-1/4"	m	36.00
18.9	Tubería conduit Ø1"	m	15.00
18.10	Muro de cerramiento y contención	m	27.30
18.11	Muro cerramiento en mampostería	m	6.00
18.12	Bordillo perimetral fundido en obra (0,15 x 0,35 m)	m	15.14
18.12	Muro de contención	Gl	1.00
18.13	Baranda de muro de contención	Gl	1.00
18.14	Trampa de aceite - Tipo 2	Un	1
18.15	Andén en concreto de e=0,10m	m ²	44.54
18.16	Portón de acceso	Un	1
19 CIMENTACIONES			
19.1	Cimentación transformador de potencia	un	1
19.2	Cimentación de transformador de servicios auxiliares, incluye cerramiento	Un	1
19.3	Cimentación de postes de iluminación PH-9/735daN, incluye poste	un	7

19.4	Cimentación de poste de pórtico de barraje, línea y afloramiento PH-12/1324daN, incluye poste	un	14
19.5	Cimentación de postes de apantallamiento PH-12/735daN, incluye poste	un	4
19.6	Cimentación unidad condensadora	Un	2
19.7	Cimentación de equipos de patio - soporte de cables	Un	1
19.8	Cimentación de equipos de patio - Seccionador	Un	3
19.9	Cimentación de equipos de patio - Interruptor de potencia	Un	2
19.10	Cimentación de equipos de patio - Transformador de corriente	Un	6
20	CASETA DE CONTROL - CELDAS		
20.1	Puertas	Gl	1
20.2	Viga Dintel (0,20x 0,20 m)	m	5.34
20.3	Losa de piso, incluye acabados	m ²	63.30
20.4	Andén en concreto de e=0,10m	m ²	39.70
20.5	Muro en mampostería incluye acabados	m ²	146.40
20.6	Losa de cubierta, incluye acabados	m ²	123.50
20.7	Antepecho	m ²	17.39
20.8	Instalaciones eléctricas	Gl	1
20.9	Suministro e instalación de aire acondicionado	Gl	1
20.10	Columnas de concreto (0,40m x 0,45m x 4.30m) - Incluye pedestal (0.45m x 0.5m x 1m)	Gl	1
20.11	Zapata de cimentación Tipo 1 - 1,9m x 1,9m x 0,5m	Un	4
20.12	Tapas de lámina de alfajor para cárcamos	m ²	15.64
20.13	Viga de amarre de cimentación Tipo 2 (0,3m x 0,3m x 4.4m)	Gl	1
20.14	Bajante de aguas lluvias	Un	2
20.15	Cárcamo de potencia (1.2m x 2.10m) y control (0.6m x 0.8m) tipo 1 - Incluye perfil IPE 120 - Incluye Sellos tipo Roxtec H3-150 - Incluye perfil Tipo C4 x 5.4"	m	6.40
20.16	Cárcamo de control tipo 3 - 1.0m x 0.8m - Incluye sellos tipo Roxtec R100	m	1.10
20.17	Alfajía en concreto	m	43.50
20.18	Viga de amarre de cimentación Tipo 1 (0,3m x 0,3m x 4.55m)	Gl	1
20.19	Zapata de cimentación Tipo 2 - 14.1m x 1,2m x 0,5m	Un	1
20.20	Cárcamo de potencia Tipo 1 - 1.2m x 2.1m - Incluye escalera de gato	m	2.05
20.21	Cárcamo de control tipo 4 - 0.6m x 0.9m	m	2.35
20.22	Bloque traslúcido	m ²	13.29
20.23	Puerta sencilla 1.5m x 2.2m	Un	2
20.24	Sistema de anclaje interno tipo ORBIT FALL P1050SS	Un	4
20.25	Sistema de anclaje externo para trabajo en altura	Un	4

3.2.2 *Elaboración de APUS.*

3.2.2.1 Aspectos generales

Se llevó a cabo una revisión detallada de los planos y especificaciones técnicas proporcionados por el cliente. Como resultado de la revisión, se determinó que la documentación se encontraba en orden y cumplía con todos los requisitos establecidos.

3.2.2.1.1 *Salarios*

La tabla 3 detalla los salarios para el proyecto en cuestión.

Tabla 3. Salarios operativos para el proyecto. Fuente: Caribemar

Cargo operativo	Valor día *
Oficial	\$ 277,670
Obrero	\$ 157,340
Ayudante civil	\$ 226,100
Topógrafo	\$ 313,530
Cadenero	\$ 226,100
Conductor camión grúa	\$ 226,100
Soldador	\$ 403,740
Operador retroexcavadora	\$ 226,100
Operador motoniveladora	\$ 226,100
Operador vibro compactador	\$ 226,100
Aparejador grúa	\$ 226,100

*Estos valores incluyen las prestaciones sociales, transporte y EPPS (Elementos de protección personal).

3.2.2.1.2 Equipos

La tabla 4 muestra la cotización de la maquinaria y equipos necesarios para el proyecto en cuestión, incluyendo los precios de combustible, operario y aparejador (en caso de ser necesario):

Para el cálculo del Valor/día se hizo uso de la fórmula 1.

Tabla 4. Costo diario de maquinaria. Fuente: Autor

Maquinaria	Valor día (Sin iva)	Consumo ^a	Valor/día ^b
Carrotanque (Se paga por viaje, 35 km)	\$ 800.000,00	35 Lt/100km	\$ 1.012.534,56
Motoniveladora	\$ 733.333,33	25 Lt/hr	\$ 1.592.552,27
Retroexcavadora de orugas	\$ 833.333,33	35 Lt/hr	\$ 1.909.442,27
Vibrocompactador	\$ 633.333,33	33 Lt/hr	\$ 1.631.917,95
Pajarita	\$ 733.333,33	24 Lt/hr	\$ 1.573.058,51
Camión de 3 ton	\$ 466.666,67	18 Lt/100km	\$ 589.917,11
Camión grúa hasta 30 ton	\$ 933.333,33	32 Lt/100km	\$ 1.622.153,15
Camión grúa de más de 30 ton	\$ 5.000.000,00	42 Lt/100km	\$ 6.505.951,34

Motobomba	\$	100.000,00	3 Lt/hr	\$	178.286,48
-----------	----	------------	---------	----	------------

- a. Los datos de consumo de combustible fueron proporcionados por el proveedor y se basan en un promedio de registros históricos. La jornada laboral para el proyecto es de 8 horas.
- b. La jornada laboral para el proyecto es de 8 horas. El precio de la maquinaria presentado se le debe un incremento del 20% sobre el costo base. Este aumento se aplica en cumplimiento de las directrices internas de la empresa, que establecen un margen de utilidad del 20% para este tipo de proyectos.

3.2.2.2 Elaboración de APUs

Para el desarrollo práctico del objetivo se desarrollará un análisis detallado del precio unitario para el ítem Banco de Ductos Tipo 2 - 3x3xØ6" de la tabla. Para simplificar el desarrollo de análisis de precios unitarios (APU) en las actividades de las obras civiles, se realizará un análisis de la excavación mecánica y retiro de material sobrante.

Este análisis previo permitió agilizar el cálculo de APU para las demás actividades, ya que se obtendrá una estimación más precisa de los costos asociados a la excavación y al retiro de material sobrante.

3.2.2.2.1 APU excavación mecánica

- **Materiales:** Para el desarrollo de la actividad se tuvo en cuenta consumibles por un valor de \$1.500 COP.
- **Maquinaria:** Para el desarrollo de esta actividad se requirió una retroexcavadora de orugas, una motobomba para la extracción de agua en caso de presentar nivel freático y herramienta menor.
- **Personal:** Para la ejecución de la actividad se dispondrá de un obrero y un oficial.
- **Rendimientos:** Se consultó a personal de obra con experiencia en la operación de retroexcavadoras de orugas en proyectos similares para obtener información sobre

su capacidad de excavación promedio. La consulta arrojó un rendimiento de 63 metros cúbicos por día.

En la figura 3, se presenta el Análisis de Precios Unitarios (APU) desarrollado en la plataforma BlockSoftware. Este APU detalla los costos asociados a la ejecución del proyecto

El rendimiento del personal de obra está directamente relacionado con el rendimiento de la retroexcavadora y la motobomba. El costo de una excavación mecánica es de \$47.030 COP por metro cúbico.

Figura 3. *Apu excavación mecánica en Blocksoftware. Fuente: Autor*

Análisis de Precios Unitarios		Presupuesto					
Unidad	Metro cubico	Valor Unitario	\$47.030	Cantidad	0.00	Valor Total	\$0
Componente	Unidad	Rendimiento	Vr. Unitario	Desperdicio	Total Comp.	SubTotal	Total
Materiales							
CONSUMIBLES	UND		\$1,500.00				PL
Agregar material							
Equipos							
HERRAMIENTA	GBL	1.0000	\$344.00			\$344.00	PL
MOTOBOMBA	DÍA	0.0158	\$213,950.00			\$3,380.41	PL
RETROEXCAVADORA DE ORUGAS	DÍA	0.0159	\$2,291,330.00			\$36,432.15	PL
Agregar equipo							
Mano de Obra							
OBRERO	d	0.0158	\$157,340.00			\$2,485.97	PL
OFICIAL	d	0.0158	\$277,670.00			\$4,387.19	PL
Agregar mano de obra							
Transportes							
Agregar transporte							

3.2.2.2 APU retiro de material sobrante

- Ubicación del zodme: Para determinar la ubicación del zodme más adecuado, se realizó una comunicación con el cliente, el cual, nos proporcionó información sobre el zodme más cercano a la obra, el cual se encuentra a una distancia de 28 km del lugar del proyecto.
- Valor del transporte en volqueta por m³- km: Para calcular el valor del retiro de material, es necesario conocer el valor del transporte por m³- km. Este valor se

determina en función de la distancia a recorrer y la cantidad de metros cúbicos de material que se debe transportar.

- De acuerdo con las directrices de la empresa, el valor del transporte por m³- km se estableció en \$ 1.950 COP. Este valor se utilizó para calcular el costo del retiro de material en los proyectos de la empresa.
- Maquinaria: Se dispondrá de una volqueta con capacidad 8 metros cúbicos

La figura 4 presenta el APU del retiro de material sobrante.

Figura 4. *Apu retiro de material sobrante en Blocksoftware. Fuente: Autor*

Análisis de Precios Unitarios		Presupuesto					
Código	1.1.2	Nombre	Retiro de material sobrante				
Unidad	Metro cubico	Valor Unitario	\$54.600				
		Cantidad	0.00				
		Valor Total	\$0				
Componente	Unidad	Rendimiento	Vr. Unitario	Desperdicio	Total Comp.	SubTotal	Total
Materiales							
Equipos							
Mano de Obra							
Transportes							
TRANSPORTE EN VOLQUETA	M3-KM	28.0000	\$1,950.00			\$54,600.00	PL

El precio del retiro de material para este proyecto es de \$54.600 COP por metro cúbico.

3.2.2.2.3 APU Banco de Ductos Tipo 2 - 3x3xØ6".

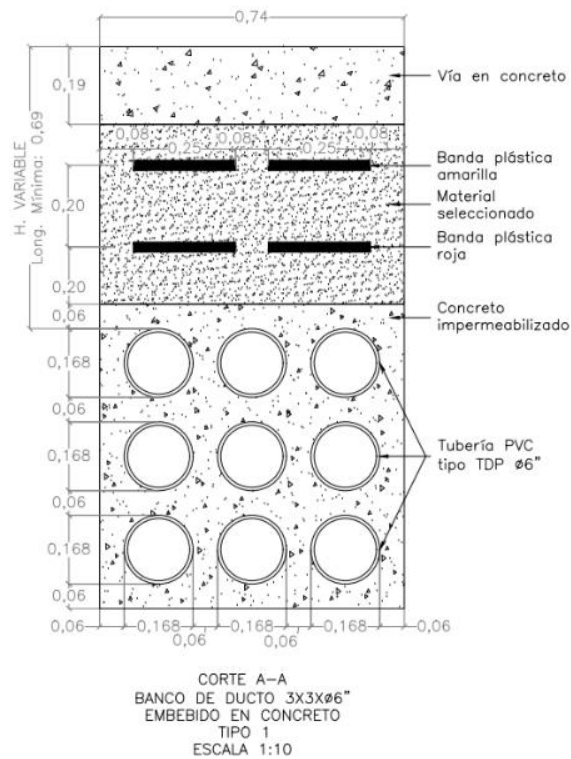
En primer lugar, se realizó una revisión de los planos del banco de ductos. Esta revisión tiene como objetivo:

Desglosar los materiales necesarios para la ejecución de la actividad: Se identificaron y cuantificaron todos los materiales que se requieren para la correcta ejecución del proyecto, incluyendo tuberías, codos, válvulas, concretos, aditivos u otras herramientas necesarias.

Determinar la maquinaria y el personal necesario: Se seleccionó la maquinaria adecuada para la instalación de los ductos, considerando el tipo de material, la complejidad del proyecto y las condiciones del terreno. A su vez, se definió el personal necesario para la correcta ejecución de la actividad.

La figura 5 detalla el plano del banco de ductos.

Figura 5. Perfil banco de ductos. Fuente: Caribemar



Este primer paso nos ayudó a analizar los materiales que se deben emplear dado el plano entregado por el cliente. Adicionalmente, debe tenerse en cuenta la unidad de medida de esta actividad, que en este caso fue el metro lineal.

Identificación de materiales: En este paso, se realizó un listado detallado de los materiales necesarios para la ejecución de la actividad.

La tabla 5 con los materiales necesarios para la ejecución de la actividad, con sus respectivos precios.

Tabla 5. *Materiales para banco de ductos. Fuente: Autor*

Material	Und	Precio	Precio licitación ^b
Tubería PVC tipo TDP 6"	m	\$ 29.500,00	\$35.400,00
Concreto impermeabilizado 35 Mpa	m3	\$ 1.266.750,00	\$1.520.100,00
Banda plástica roja	m	\$ 100,00	\$120,00
Banda plástica amarilla	m	\$ 100,00	\$120,00
Relleno de material seleccionado	m3	\$ 77.202,00	\$138.600,00
Excavación mecánica ^a	m3	\$ 47.030,00	\$43.424,00
Retiro de material sobrante ^a	m3	\$ 54.600,00	\$54.600,00

- a. Los valores de excavación mecánica y retiro de material ya han sido presentados y desglosados en detalle anteriormente.
- b. El precio de los materiales presentado incluye un incremento del 20% sobre el costo base. Este aumento se aplica en cumplimiento de las directrices internas de la empresa, que establecen un margen de utilidad del 20% para este tipo de proyectos.

El material de relleno debe cumplir con las especificaciones técnicas proporcionadas por el cliente. En este caso, el cliente ha establecido las siguientes condiciones:

- CBR > 10
- Índice de plasticidad < 15
- Pasa tamiz No. 200 < 25%
- Limite liquido < 30
- Expansión en la prueba de CBR < 1%
- Contenido de materia orgánica 0%
- Desgaste en la máquina de los ángeles < 50%

El cliente recomienda el uso de una base granular tipo INVIAS, de acuerdo con lo especificado en el artículo 311-13 de la normativa del INVIAS. Esta base debe ser compactada cada 0,20 metros.

Al precio del material seleccionado se debe agregar el costo del transporte desde la cantera hasta el lugar de la obra. Este valor fue suministrado por el proveedor al momento de ser cotizado.

- **Cantidades de obra:** Para determinar la cantidad de material necesaria para ejecutar un metro lineal de la actividad, se realizó un análisis del plano del proyecto. Las cantidades por unidad de medida fueron proporcionadas por el cliente, lo cual simplificó considerablemente la obtención de las cantidades de los materiales. La tabla 6 presenta las cantidades de obra para ejecutar un metro lineal del banco de ductos:

Tabla 6. *Cantidad de materiales por metro lineal para el banco de ductos. Fuente: Autor*

Material	Und	Cantidad
Excavación mecánica	m3	1,56
Concreto	m3	0,37
Relleno material seleccionado	m3	0,9
Tubo PVC tipo TDP 6"	m	9
Banda plástica amarilla	m	2
Banda plástica roja	m	2

Personal requerido: Para la correcta ejecución de la actividad se hará uso del siguiente personal.

- **Ayudante civil:** Brindará apoyo en tareas técnicas como la elaboración de planos, la toma de medidas, la realización de pruebas y ensayos, y la asistencia general al oficial.

- 2 obreros: Se encargarán de la ejecución de las tareas manuales, siguiendo las instrucciones del oficial.
- 1 oficial: Supervisará el trabajo del obrero, velando por la calidad y la seguridad del proceso.

La asignación del personal se basó en la experiencia del equipo en obras similares, incluyendo comunicación con personal de proyectos análogos. Esto facilitó la selección del personal adecuado para la actividad, asegurando un trabajo eficiente y de calidad.

Maquinaria: Considerando la cantidad de material a transportar en el proyecto, se requiere un camión de 3 toneladas para movilizar los materiales necesarios y herramienta menor.

Rendimientos: Para el desarrollo de esta actividad se consideraron las experiencias de personal en obras similares, quienes indicaron que, para ese tipo de banco de ductos, con el personal previamente mencionado, se realizan 14 metros lineales diarios.

La figura 6, presenta el APU de la actividad, dado lo mencionado previamente.

Figura 6. *Apu banco de ductos en Blocksoftware. Fuente: Autor*

Detalle del Análisis de Precios Unitarios									
Código	25.10	Nombre	Banco de ductos Tipo 2 - esbaldado en concreto 3x3x6"						
Análisis de Precios Unitarios					Presupuesto				
Unidad	Metro	Valor Unitario	\$1.273,598	Cantidad	5,78	Valor Total	\$7.335,910		
Componente	Unidad	Rendimiento	Vr. Unitario	Desperdicio	Total Comp.	SubTotal	Total		
Materiales									
Cinta de señalización amarilla	ML	2,0000	\$120,00		11,52	\$240,00	\$1.382	PL	
CINTA SEÑALIZACIÓN ROJA	ML	2,0000	\$120,00		11,52	\$240,00	\$1.382	PL	
Concreto de baja permeabilidad 28 Mpa	m3	0,3700	\$1.520,100,00		2,13	\$562.437,00	\$3.239.637	PL	
EXCAVACION MECANICA	m3	1,5600	\$47.030,00		8,99	\$73.366,80	\$422.593	PL	
RELLENO SELECCIONADO	m3	0,9000	\$138.600,00		5,18	\$124.740,00	\$718.502	PL	
RETIRO DE MATERIAL SOBANTE	m3	1,5600	\$54.600,00	20,00%	10,78	\$102.211,20	\$588.737	PL	
Tubo PVC tipo TDP 6"	m	9,0000	\$35.400,00		51,84	\$318.600,00	\$1.835.136	PL	
Agregar material									
Equipos									
CAMION 3 TON	H	0,5000	\$88.500,00		2,88	\$44.250,00	\$254.880	PL	
HERRAMIENTA	GBL	1,0000	\$3.150,00		5,78	\$3.150,00	\$18.144	PL	
Agregar equipo									
Mano de Obra									
AYUDANTE	dÍA	0,1000	\$226.101,00		0,58	\$22.610,10	\$130.234	PL	
OBRAERO	d	0,0500	\$157.340,00		0,29	\$7.867,00	\$45.314	PL	
OFICIAL	d	0,0500	\$277.669,00		0,29	\$13.883,45	\$79.969	PL	
Agregar mano de obra									

Nota: Al retirar el material sobrante del banco de ductos, se considera un factor de expansión volumétrico del 20% (Bernis & Gómez, 2010). Esto se debe a que el terreno en la zona es flojo y está compuesto por arcillas y limos.

Como podemos observar el costo por metro lineal de la construcción de un banco de ductos de 3x3xØ6” es de \$ 1’273.596 COP.

3.2.2.3 Resultados cuadro económico

Por cuestiones de tamaño de la tabla, el cuadro económico se presenta en Apéndice C.

3.3 Licitaciones

Podemos definir el término licitación como el procedimiento administrativo para la adquisición de suministros, realización de servicios o ejecución de obras que celebren los entes, organismos y entidades que forman parte del Sector Público.

Para proceder a la contratación de bienes, servicios o suministros, los organismos deben seguir un proceso con unos pasos claramente definidos, que pueden ser distintos si la entidad del sector público es una Administración Pública o no. (Castillo Gualda, 2014)

3.3.1 Objeto de DISCON SAS

DISCON SAS es una empresa dedicada a la explotación industrial y comercial de las actividades relacionadas con ingeniería eléctrica, civil, mecánica, de petróleos e hidrocarburos, sistemas, sanitaria y demás ramas afines.

3.3.2 Requisitos para licitar

- La empresa debe estar inscrita formalmente en la Cámara de Comercio de Colombia y tener un RUT.
- Estar al día en Parafiscales
- Tener la contabilidad de la empresa en orden según lo indica la ley.
- No tener inhabilidades ni incompatibilidades.
- Estar inscrito en el SECOP.

3.3.3 *Proceso para licitar*

3.3.3.1 **Objeto de la licitación**

El objeto de la licitación define con precisión el alcance del proyecto o servicio que se busca contratar. Un análisis profundo de este permite a la empresa tomar una decisión informada sobre su participación en el proceso. Si el proyecto no coincide con el objeto social de la empresa, es recomendable no participar en la licitación.

3.3.3.2 **Indicadores financieros**

En Colombia, el proceso de contratación estatal está regulado por la Ley 80-1993, disponiendo reglas y principios que rigen contratos de entidades estatales. Una de las condiciones para participar en procesos de licitación es el cumplimiento de requisitos habilitantes de capacidad financiera que deberían mostrar solidez en las organizaciones logrando continuar el proceso de selección. Rojas et al. (2021). De esta manera, los indicadores financieros juegan un papel importante en la revelación de información oportuna, pues muestran la imagen de la empresa en relación con las cuentas de los estados financieros a una fecha determinada.

En el artículo 10 del Decreto 1510 de 2013 se establecen los siguientes indicadores para medir la capacidad financiera:

- **Índice de liquidez:** Determina la capacidad que tiene un proponente para cumplir sus obligaciones de corto plazo. A mayor índice de liquidez, menor es la probabilidad de que el proponente incumpla sus obligaciones de corto plazo (Eficiente, 2018). Los indicadores de liquidez miden la capacidad de las empresas de responder por las obligaciones que implican desembolso de dinero en el corto plazo. Estada et al. (2014)

- **Índice de endeudamiento:** Determina el grado de endeudamiento en la estructura de financiación (pasivos y patrimonio) del proponente. A mayor índice de endeudamiento, mayor es la probabilidad del proponente de no poder cumplir con sus pasivos. (Eficiente, 2018)

Los indicadores de endeudamiento permiten medir el grado en el que participan los acreedores en el financiamiento de la empresa, teniendo presente que basar el funcionamiento de la empresa con pasivos es funcional siempre y cuando se garantice la rentabilidad neta superior a los intereses derogados del pasivo financiero (Tijuana, 2015)

- **Razón de cobertura de intereses:** Refleja la capacidad del proponente de cumplir con sus obligaciones financieras. A mayor cobertura de intereses, menor es la probabilidad de que el proponente incumpla sus obligaciones financieras (Latana 2017).

Este ratio permite conocer cómo la utilidad operativa cubre los intereses generados por los pasivos, es decir, la cantidad de veces que la empresa cubre los intereses con la utilidad operacional es un dato útil para conocer el grado de apalancamiento financiero de una empresa (Latana, 2017).

3.3.3.3 Solvencia profesional o técnica

Según el artículo 62 del TRLCSP (Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público) para celebrar contratos con el sector público los empresarios deberán acreditar estar en posesión de las condiciones mínimas de solvencia profesional o técnica que se determinen por el órgano de contratación. Este requisito será sustituido por el de la clasificación, cuando ésta sea exigible conforme a lo dispuesto en esta Ley. (Lora, 2017)

Los requisitos mínimos de solvencia que deba reunir el empresario y la documentación requerida para acreditar los mismos se indicarán en el anuncio de licitación y se especificarán en el pliego del contrato, debiendo estar vinculados a su objeto y ser proporcionales al mismo. (Lora, 2017)

Dado el artículo 78 del TRLCSP para acreditar la solvencia, las empresas pueden demostrar experiencia en trabajos similares, ya sea para el sector público o privado.

La forma de acreditar la experiencia queda a elección del órgano de contratación, que puede establecer valores mínimos exigidos en el anuncio de licitación o en los pliegos.

3.3.3.3.1 Consorcios

En el competitivo mundo de las licitaciones, la solvencia técnica y profesional es un requisito indispensable para acceder a los contratos. Sin embargo, en ocasiones una empresa puede no contar con la totalidad de las capacidades exigidas por el órgano de contratación. En estos casos, los consorcios se convierten en herramientas estratégicas para alcanzar la solvencia necesaria y competir con éxito.

3.3.3.4 Requisitos de participación

Además de los requisitos básicos mencionados anteriormente, algunas licitaciones exigen el cumplimiento de criterios específicos, como la inscripción en plataformas específicas, una facturación anual igual o superior a un valor determinado, entre otros. Por lo tanto, es fundamental tener en cuenta estos criterios adicionales al evaluar el potencial de una licitación para la empresa.

3.3.3.5 Directrices dadas por DISCON SAS

Adicional a los requisitos mencionados anteriormente, DISCON SAS emplea una serie de criterios específicos para seleccionar proyectos que se ajusten a sus objetivos estratégicos y capacidades operativas, de los cuales se desprenden:

- Duración de la obra: Proyectos con una duración inferior a 8 meses no se consideran proyectos potenciales para DISCON SAS ya que los costos asociados al traslado y la adaptación del personal al lugar de la obra superan los beneficios potenciales del proyecto.
- Magnitud de la obra: Se aceptarán contratos con valores superiores a 2450 SMLMV (Salario Mínimo Legal Mensual Vigente), si el contrato está por debajo de este valor, no se considera un proyecto potencial para la empresa.

3.3.4 Herramienta para licitar

Para optimizar el proceso de participación en licitaciones y aumentar las posibilidades de éxito, se diseñó una lista de chequeo en Microsoft Excel que abarca los requisitos financieros, administrativos, técnicos y adicionales mencionados anteriormente.

Esta herramienta facilita la evaluación interna de la empresa, permitiendo verificar si cumple con los requisitos mínimos para participar en una licitación específica. Al identificar las áreas que requieren atención, la empresa puede tomar medidas correctivas y mejorar sus posibilidades de éxito.

3.3.4.1 Base de datos solvencia profesional y técnica de DISCON SAS

Con el fin de recopilar los proyectos ejecutados por DISCON SAS para facilitar la búsqueda de experiencia, se recopiló en una base de datos en Microsoft Excel, la cual nos permite filtrar por año y objeto del proyecto.

3.3.4.2 Base de datos solvencia financiera de DISCON SAS

Con el fin de facilitar la búsqueda y el acceso a los indicadores financieros de la empresa, se han integrado en la base de datos mencionada anteriormente. Esta iniciativa permitirá tener a mano los valores de los indicadores, facilitando su consulta y análisis en cualquier momento.

3.3.4.3 Diseño lista de chequeo

- Objeto de la licitación: Se registra el objeto de la licitación. Posteriormente, se activa la casilla "Consultar" para acceder a la base de datos de contratos ejecutados, la cual permite filtrar por el objeto de la licitación en cuestión (ver Figura 7). Esta herramienta centralizada ofrece información confiable y precisa, ahorrando tiempo y mejorando la toma de decisiones estratégicas en la participación de licitaciones.

Figura 7. Ejemplo objeto de la licitación. Fuente: Autor

OBJETO DE LA LICITACIÓN	<input type="checkbox"/>	OBRAS CIVILES, MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS PARA UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EN CÉSAR	consultar
-------------------------	--------------------------	---	---------------------------

- Experiencia: La siguiente tabla permite registrar la experiencia solicitada en la licitación, incluyendo el tiempo máximo de ejecución. Esta información puede ser consultada en la base de datos de contratos ejecutados, facilitando la verificación de la experiencia y el cumplimiento de los requisitos.

Figura 8. Ejemplo experiencia requerida. Fuente: Autor

EXPERIENCIA	TIEMPO MAXIMO DE EJECUCIÓN	
Ingeniería de detalle para proyectos de subestaciones eléctricas de AT/MT	10 años	<input checked="" type="checkbox"/>
Lineas de distribución de AT/MT	10 años	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Los requisitos de experiencia mostrados anteriormente son solo un ejemplo y no representan a ninguna licitación.

- Requisitos de participación: Se procede a ingresar los requisitos de participación de la licitación. Se verificará manualmente si se cumple con cada uno de ellos. En caso de cumplir con todos los requisitos, se podrá continuar con el proceso de licitación. De lo contrario, no se podrá participar en la misma.

Figura 9. Ejemplo requisitos de participación. Fuente: Autor

REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN	
• Inscripción a grupo meteorológico LESC01 - Obras y Mantenimiento de Subestaciones	<input checked="" type="checkbox"/>
• Facturación anual, igual o mayor de 4.000.000 euros → Clase 4 (\$17.425.671.156)	<input checked="" type="checkbox"/>
• El oferente debe ser invitado mediante la plataforma WeBUY	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Los requisitos mostrados anteriormente son solo un ejemplo y no representan los requisitos reales de ninguna licitación.

- Plazo: El plazo de entrega del proyecto se registrará en la casilla correspondiente, criterio crucial según las directrices de DISCON SAS.

Figura 10. Ejemplos plazo del proyecto. Fuente: Autor

PLAZO	15 Meses
-------	----------

Nota: El plazo mostrado anteriormente es solo un ejemplo y no representan el plazo real de ninguna licitación.

- Indicadores financieros: Los indicadores necesarios para la licitación se registrarán en el sistema, conectando el cuadro de indicadores a la base de datos de DISCON SAS. La columna "Verificación" de la figura 11, mediante un condicional, indicará si se cumple o no con cada indicador.

Figura 11. Ejemplo de indicadores financieros. Fuente: Autor

INDICADOR	VALOR	VERIFICACIÓN
CAPITAL DE TRABAJO	\$ 68.597.235.875,00	NO CUMPLE
PATRIMONIO	\$ 15.786.351.284,00	CUMPLE
ÍNDICE DE ENDEUDAMIENTO	0,45	CUMPLE
ÍNDICE DE LIQUIDEZ	1,68	CUMPLE
RAZÓN DE COBERTURA DE INTERESES	5,8	NO CUMPLE

Nota: Los valores mostrados anteriormente es solo un ejemplo y no representan los indicadores asociadas a alguna licitación.

Si se cumplen todos los indicadores, se realizará el chequeo en la casilla “Indicadores financieros”

- Observaciones: Finalmente, se registrarán observaciones importantes sobre la licitación en el cuadro de observaciones que se muestra en la figura 12.

Figura 12. Ejemplo de observaciones. Fuente: Autor

OBSERVACIONES	El cuadro económico no dispone de cantidades; por lo cual, para cotizar se requiere visita técnica especializada o información del diseño o ingeniería de detalle.
---------------	--

Nota: Los valores mostrados anteriormente son solo un ejemplo y no representan los indicadores asociadas a alguna licitación.

Si se cumplen los requisitos, se podrá participar en la licitación. Es importante tener en cuenta que no todas las licitaciones proporcionan los indicadores financieros en la primera etapa. En muchas ocasiones, estos se entregan después de pasar la primera selección. Por lo tanto, si no se proporcionan en la primera instancia, no se considerarán como un criterio para participar o no en la licitación.

3.3.5 Licitación apta

A continuación, se presenta una licitación que cumple con los criterios mencionados anteriormente.

- Objeto de la licitación: Para la licitación en cuestión, se requirieron obras civiles, mecánicas y eléctricas para subestaciones eléctricas de AT/AT, AT/MT y MT/MT. Posteriormente, se revisaron los contratos ejecutados para identificar aquellos que cumplieran con el objeto de la licitación.

La figura 13 muestra los resultados de la búsqueda, incluyendo los contratos relacionados, con su respectivo valor, fecha de inicio y finalización.

Figura 13. Resultados de búsqueda de contratos ejecutados según el objeto de la licitación. Fuente: Autor

OBJETO LICITACIÓN		OBRAS CIVILES, MECANICAS Y ELECTRICAS PARA UNA SUBESTACIONES ELECTRICAS DE AT/AT, AT/MT Y MT/MT				
N° DEL CONTRATO	OBJETO	EMPRESA CONTRATANTE	CONTRATISTA	VALOR CONTRATO	INICIO	TERMINACIÓN
5225323		ECOPETROL	DISCON		12/01/2015	12/18/2017
CA 3761		OCCIDENTAL DE COLOMBIA	DISCON		10/03/2017	11/15/2020
3009045		ECOPETROL	DISCON		11/16/2017	10/01/2018
3043332		ECOPETROL SA	DISCON		11/10/2021	22/09/2023
CW151169		ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A.E.S.P.	DISCON		11/05/2021	3/04/2022
3011681-006-036		ECOPETROL	CONSORCIO CONSTRULLANOS (DISCON SAS 50%)		12/29/2021	3/23/2022

Nota: Los detalles de los contratos ejecutados, incluyendo su valor, son confidenciales y no se pueden divulgar en este documento.

- Experiencia: Se solicitó experiencia en los últimos siete (7) años en proyectos de montaje de equipos de potencia y experiencia en pruebas y puesta en servicio de sistemas de control y protección en subestaciones AT/AT, AT/MT y/o MT/MT.

- Requisitos de participación: La licitación en cuestión no tenía requisitos de preselección.
- Plazo: El plazo del proyecto, que es de 36 meses, cumple con las directrices de plazo establecidas por la empresa.
- Indicadores financieros: No se proporcionaron indicadores financieros.
- Observaciones finales: La licitación cumple con los requisitos de objeto y experiencia. Se recomienda revisar los pliegos completos para más información, lo que requiere mostrar interés en la licitación.

La figura 14 presenta un resumen de la lista de verificación en Microsoft Excel.

Figura 14. Resumen licitación apta. Fuente: Autor

OBJETO DE LA LICITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	OBRAS CIVILES, MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS PARA UNA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE AT/AT AT/MT Y MT/MT	consultar
--------------------------------	-------------------------------------	--	---------------------------

EXPERIENCIA	TIEMPO MAXIMO DE EJECUCIÓN	
Experiencia en subestaciones de alta tensión y media tensión	7 años	<input checked="" type="checkbox"/>
Montaje de equipos de potencia	7 años	<input checked="" type="checkbox"/>
Pruebas de sistemas de control	7 años	<input checked="" type="checkbox"/>

REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN	
No se presentan requisitos de participación.	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

PLAZO	<input checked="" type="checkbox"/>	36 Meses
--------------	-------------------------------------	----------

INDICADORES FINANCIEROS	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>INDICADOR</th> <th>VALOR</th> <th>VALIDEZ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CAPITAL DE TRABAJO</td> <td></td> <td>CUMPLE</td> </tr> <tr> <td>PATRIMONIO</td> <td></td> <td>CUMPLE</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE ENDEUDAMIENTO</td> <td></td> <td>CUMPLE</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE LIQUIDEZ</td> <td></td> <td>CUMPLE</td> </tr> <tr> <td>RAZÓN DE COBERTURA DE INTERESES</td> <td></td> <td>CUMPLE</td> </tr> </tbody> </table>	INDICADOR	VALOR	VALIDEZ	CAPITAL DE TRABAJO		CUMPLE	PATRIMONIO		CUMPLE	ÍNDICE DE ENDEUDAMIENTO		CUMPLE	ÍNDICE DE LIQUIDEZ		CUMPLE	RAZÓN DE COBERTURA DE INTERESES		CUMPLE
INDICADOR	VALOR	VALIDEZ																		
CAPITAL DE TRABAJO		CUMPLE																		
PATRIMONIO		CUMPLE																		
ÍNDICE DE ENDEUDAMIENTO		CUMPLE																		
ÍNDICE DE LIQUIDEZ		CUMPLE																		
RAZÓN DE COBERTURA DE INTERESES		CUMPLE																		

OBSERVACIONES	Se cumple con la experiencia, se recomienda revisar pliegos completos.
----------------------	--

3.3.6 Licitación no apta

- Objeto de la licitación: Para la licitación en cuestión, se requirieron mantenimiento de facilidades - prueba de concepto de movilidad mediante la generación de hidrógeno verde.

La figura 15 muestra los resultados de la búsqueda, incluyendo los contratos relacionados, con su respectivo valor, fecha de inicio y finalización.

Figura 15. Resultados de búsqueda de contratos ejecutados según el objeto de la licitación no apta. Fuente: Autor

OBJETO LICITACIÓN		DE MOVILIDAD MEDIANTE LA GENERACIÓN DE HIDRÓGENO VERDE					
Nº DEL CONTRATO	OBJETO	EMPRESA CONTRATANTE	CONTRATISTA	VALOR CONTRATO	INICIO	TERMINACIÓN	
5226573		ECOPETROL	UT MANTENIMIENTO ELECTRICO (DISCON 65%)		1/18/2016	11/15/2018	
CA 3781		OCCIDENTAL DE COLOMBIA	DISCON		10/03/2017	11/15/2020	
CT-2017-000123		ESSA S A ESP	CONSORCIO SERVIESA (DISCON LTDA 75%)		12/01/2017	1/15/2020	
3011681 - ODS 4		ECOPETROL S.A	CONSORCIO CONSTRULLANOS (DISCON SAS 50%)		7/17/2018	8/31/2018	
3011681 - ODS 8		ECOPETROL S.A	CONSORCIO CONSTRULLANOS (DISCON SAS 50%)		11/15/2018	12/18/2019	
		DUITAMA ALLUMBRADO PUBLICO SA	DISCON		1/04/2019	12/30/2019	
3011681 - ODS 21 2548648		ECOPETROL S.A	CONSORCIO CONSTRULLANOS (DISCON SAS 50%)		11/26/2019	10/18/2020	

- Experiencia: Se solicitó experiencia en 4 líneas de conexión/trasmisión ejecutadas en los últimos 10 años
- Requisitos de participación: La licitación en cuestión no presentó requisitos de preselección.
- Plazo: El plazo del proyecto, que es de 540 días calendario, cumple con las directrices de plazo establecidas por la empresa.

- Indicadores financieros: Se proporcionaron el índice de endeudamiento y liquidez, los cuales DISCON SAS cumple
- Observaciones finales: La licitación cumple con los requisitos de objeto e indicadores financieros, sin embargo, no cumple con los requisitos de experiencia, se busca la posibilidad de realizar un consorcio.

La figura 16 presenta un resumen de la lista de verificación en Microsoft Excel.

Figura 16. Resumen licitación no apta. Fuente: Autor

OBJETO DE LA LICITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	MANTENIMIENTO DE FACILIDADES - PRUEBA DE CONCEPTO DE MOVILIDAD MEDIANTE LA GENERACIÓN DE HIDRÓGENO VERDE	consultar
--------------------------------	-------------------------------------	--	---------------------------

EXPERIENCIA	TIEMPO MAXIMO DE EJECUCIÓN	
Certificar la participación en la ejecución de 4 líneas de conexión/transmisión	10 años	<input type="checkbox"/>
Certificar la participación en la ejecución de 2 líneas de conexión/transmisión con un nivel de tensión de 110KV.	7 años	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

REQUISITOS DE PARTICIPACION	
No se presentan requisitos de participación.	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

PLAZO	<input checked="" type="checkbox"/>	540 días calendario
--------------	-------------------------------------	---------------------

INDICADORES FINANCIEROS	<input checked="" type="checkbox"/>			
Se presentan los siguientes indicadores financieros				
INDICADOR	VALOR	VERIFICACIÓN		
CAPITAL DE TRABAJO		CUMPLE		
PATRIMONIO		CUMPLE		
ÍNDICE DE ENDEUDAMIENTO	0,4	CUMPLE		
ÍNDICE DE LIQUIDEZ	1,4	CUMPLE		
RAZÓN DE COBERTURA DE INTERESES		CUMPLE		

OBSERVACIONES	Es posible presentarnos en consorcio debido a que no tenemos experiencia en transmisión.
----------------------	--

4. Conclusiones

- La base de datos centraliza información sobre materiales de construcción, obteniendo un valor real de los mismos y reduciendo el riesgo de pérdidas económicas en proyectos futuros. Permite el seguimiento del precio del material a lo largo del tiempo, facilitando la toma de decisiones estratégicas. En general, la base de datos es una herramienta invaluable para el sector de la construcción, optimizando la elaboración de análisis de precios unitarios y la gestión de proyectos.
- La implementación de un protocolo para la elaboración de APU estandariza el proceso, asegurando su precisión y confiabilidad mediante la selección de rendimientos reales y la consideración de todas las variables relevantes del proyecto. Esta precisión reduce el riesgo de pérdidas económicas y optimiza la toma de decisiones estratégicas, consolidando el protocolo como una herramienta invaluable para la gestión eficiente y rentable de proyectos en el sector de la construcción.
- La herramienta de licitación centraliza información y análisis financieros, optimizando la búsqueda y análisis de licitaciones. Facilita la toma de decisiones estratégicas y maximiza las oportunidades de éxito en futuros proyectos. En resumen, es un activo invaluable para la empresa al facilitar la identificación de oportunidades, la evaluación de riesgos y la toma de decisiones estratégicas.

5. Recomendaciones

- Para optimizar el análisis de precios unitarios y la toma de decisiones estratégicas, se recomienda mantener la base de datos de materiales en constante actualización. Esto asegurará información precisa sobre precios, permitiendo identificar oportunidades de ahorro y mejorar la planificación y ejecución de proyectos, garantizando su eficiencia y éxito.
- Para optimizar el desarrollo de APU's, se recomienda seguir el protocolo mencionado en este documento, mantener actualizada la base de datos de materiales, considerar las variables que afectan el costo de los equipos y contar con personal experimentado que nos proporcione los datos requeridos para cada proyecto. Estas medidas optimizarán la toma de decisiones, la gestión de proyectos, la eficiencia en la asignación de recursos y la reducción de costos.
- Se recomienda utilizar la herramienta para licitar manteniendo actualizada la base de datos de los contratos ejecutados y los indicadores financieros. Esto permitirá contar con una herramienta actualizada y disponible para realizar estudios de licitaciones de manera eficiente y precisa. La actualización constante de la información garantizará la confiabilidad de los análisis y la toma de decisiones estratégicas en los procesos de licitación.

Referencias bibliográficas

- Andrés, Á. (2023). Cronograma de un proyecto: ¿Qué es y cómo crearlo? Blog de Recursos Humanos de Bizneo HR: práctico y actual. <https://www.bizneo.com/blog/cronograma>
- Bernis, J. M. F., & Gómez, A. Q. (2010). Nivelación de terrenos por regresión tridimensional. José María Franquet Bernis.
- Botero, L. F. (2002). Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción.
- Castillo Gualda, E. (2014). Procedimiento de una licitación.
- Content, R. R. (2021). Qué es la gestión de proyectos o project management y qué beneficios aporta a las empresas. Rock Content - ES. <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-gestion-de-proyectos/>
- Delgado, y. I. (2014). importancia de la planeación en proyectos de obra pública para satisfacer necesidades básicas insatisfechas y la infraestructura en bucaramanga y su área metropolitana.
- Eficiente, C. C. (2018). Manual para determinar y verificar los requisitos habilitantes en los procesos de contratación M-DVRHPC-05. Recuperado de https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documents/cce_manual_requisitos_habilitantes.pdf.
- Estada López, V., & Monsalve Velásquez, S. M. (2014). Diagnóstico financiero de la empresa PROCOPAL S.A. [Online]. Universidad de Medellín. <https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1172/Diagn%C3%B3stico%20financiero%20de%20la%20empresa%20Procopal%20S.A..pdf?sequence=1>

- González, M. (2023). Presupuesto. Qué es, importancia, elementos, características, tipos, componentes. gestiopolis. <https://www.gestiopolis.com/presupuesto-que-es-importancia-elementos-tipos/8>
- InterPro. (2021, 26 de mayo). Análisis de precios unitarios. [Página web]. <https://www.interpro.ec/analisis-de-precios-unitarios/>
- Lanata Sabrina, L. (2017). Análisis de empresas para la obtención de crédito bancario. [Online]. Universidad de la Pampa. http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/rdata/tesis/e_lanana671.pdf
- Lora, A. H. (2017, 4 junio). LA EXPERIENCIA COMO REQUISITO PARA CONTRATAR CON EL SECTOR PÚBLICO y SUS LÍMITES. CASOS RECIENTES. Estudio Jurídico Ius Publicum. <https://estudiojuridicoip.com/la-experiencia-requisito-solvencia-tecnica-profesional-contratar-sector-publico-limites-casos-recientes/>
- Millán, A. R., & Sánchez, L. M. P. (2014). Estudio de rendimientos para las actividades Estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB. Prospectiva, 12(2), 105. <https://doi.org/10.15665/rp.v12i2.294>
- Procedimiento Seguimiento y control del proyecto | Marco de Desarrollo de la Junta de Andalucía. (s. f.). <https://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/procedimiento/28#:~:text=E1%20procedimiento%20de%20Seguimiento%20y,en%20la%20planificaci%C3%B3n%20del%20mismo>
- Rig. (2021). ¿Qué es el RETIE?, y porque es obligatoria la NTC 2050. Retie Ingeniería y Gestion. <https://www.retieingenieriaygestion.com/que-es-el-retie/>

- Rivera, M. D. C. G. (1994). La base de datos. Importancia y aplicación en educación. Perfiles educativos, (65).
- Rojas López, M. D., Valencia, S. M., & Jiménez Gómez, L. M. (2021). Análisis de indicadores financieros en los procesos de licitación en Colombia. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 20(39), 213-229.
- Sánchez Godoy, J. M. (2018). Propuesta de términos de referencia para autorización ambiental de zonas de disposición de material de excavación Zodmes.
- Schwarz Díaz, M. (2018). Breve historia de las herramientas de gestión.
- Tituana Armijos, P. K. (2015). El análisis financiero y la evaluación de los indicadores de la gestión, endeudamiento y liquidez y la toma de decisiones. [Online]. Universidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3106>