

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM



Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Javier Alfonso Quiroga Sarmiento

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Maestría Inteligencia de Negocios

Bogotá, Colombia

día/mes/año

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS

Ingeniería, mediante metodología BIM

**Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de  
mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM**

**Javier Alfonso Quiroga Sarmiento**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**Magister en Inteligencia de Negocios**

Director (a):

Alexander García Pérez

Modalidad:

**Trabajo Dirigido**

Universidad Ean

Facultad

Inteligencia de Negocios

Bogotá, Colombia

día/mes/año

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

A mi esposa por enseñarme que con dedicación y esfuerzo los sueños se pueden alcanzar y a mi madre por enseñarme los valores y que con amor todo es posible.

Todos nuestros sueños se pueden hacer realidad si tenemos el coraje de perseguirlos.

Walt Disney.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**Resumen**

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de control presupuestal para QS Ingeniería, una empresa dedicada a la ejecución de obras civiles y mantenimiento, utilizando la metodología BIM (Building Information Modeling). Esta metodología permite crear y gestionar información digital de los proyectos a lo largo de su ciclo de vida, facilitando la colaboración entre los diferentes agentes involucrados. El sistema se basa en la integración de herramientas tecnológicas como ETL (Extract, Transform, Load), DWH (Data Warehouse), reportes en Power BI y carga de información en Excel con macros en VBA. Estas herramientas permiten extraer, transformar, almacenar y analizar los datos de los proyectos, así como generar informes interactivos y automatizar procesos. El sistema busca evitar sobrecostos y proporcionar información precisa y oportuna para la toma de decisiones. Los principales resultados del proyecto son el diseño e implementación del sistema de control presupuestal basado en BIM, la creación de las herramientas ETL, el desarrollo del Data Warehouse, la generación de los reportes en Power BI y la automatización de los procesos con macros en VBA. El proyecto concluye que el sistema aporta ventajas competitivas a QS Ingeniería al garantizar eficiencia, precisión y transparencia en la gestión de los presupuestos de los proyectos. Además, el proyecto demuestra que el uso de la metodología BIM y las herramientas tecnológicas es efectivo para lograr la excelencia en la gestión presupuestal.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**Abstract**

The present project aims to develop a budget control system for QS Ingeniería, a company dedicated to the execution of civil works and maintenance, using the BIM (Building Information Modeling) methodology. This methodology allows creating and managing digital information of the projects throughout their life cycle, facilitating collaboration among the different agents involved. The system is based on the integration of technological tools such as ETL (Extract, Transform, Load), DWH (Data Warehouse), reports in Power BI and data loading in Excel with macros in VBA. These tools allow extracting, transforming, storing and analyzing the data of the projects, as well as generating interactive reports and automating processes. The system seeks to avoid cost overruns and provide accurate and timely information for decision making. The main results of the project are the design and implementation of the budget control system based on BIM, the creation of the ETL tools, the development of the Data Warehouse, the generation of the reports in Power BI and the automation of the processes with macros in VBA. The project concludes that the system provides competitive advantages to QS Ingeniería by ensuring efficiency, accuracy and transparency in the management of the project budgets. In addition, the project demonstrates that the use of the BIM methodology and the technological tools is effective to achieve excellence in budget management.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**Contenido**

<b>Resumen</b> .....	<b>6</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>7</b>
<b>Contenido</b> .....	<b>8</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>12</b>
<b>1. Objetivos</b> .....	<b>15</b>
1.1. <i>Objetivo General</i> .....	<i>15</i>
1.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	<i>15</i>
<b>2. Justificación</b> .....	<b>16</b>
<b>3. Marco Institucional</b> .....	<b>19</b>
3.1. <i>Presentación de la empresa.</i> .....	<i>19</i>
3.2. <i>Referentes estratégicos</i> .....	<i>19</i>
3.3. <i>Estructura organizacional.</i> .....	<i>19</i>
3.4. <i>Servicios ofertados.</i> .....	<i>20</i>
3.5. <i>Análisis del sector.</i> .....	<i>21</i>
<b>4. Marco de Referencia</b> .....	<b>25</b>
4.1. <i>Revisión de la literatura</i> .....	<i>25</i>
4.2. <i>Metodología BIM</i> .....	<i>26</i>

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

4.2.1.	Evolución de BIM: .....	27
4.2.2.	Componentes clave de BIM .....	27
4.2.3.	Beneficios de BIM: .....	27
4.3.	<i>BI Inteligencia de negocios</i> .....	28
4.4.	<i>Arquitectura BI Inteligencia de negocios</i> .....	30
4.4.1.	Fuente de datos .....	30
4.4.2.	Almacén de datos.....	30
4.4.3.	Capa de presentación.....	30
4.4.4.	Procesamiento analítico.....	30
4.5.	<i>Data Warehouse - DWH</i> .....	31
4.5.1.	Arquitectura DWH:.....	31
4.5.2.	Metodología de Diseño Dimensional:.....	32
4.6.	<i>Calidad de los Datos:</i> .....	32
4.7.	<i>Herramientas y Tecnologías de Análisis de Datos:</i> .....	33
4.8.	<i>Procesos ETL</i> .....	34
<b>5.</b>	<b>Diseño Metodológico</b> .....	<b>36</b>
5.1.	<i>Tipo de investigación</i> .....	36
5.2.	<i>Análisis Externo</i> .....	38
5.3.	<i>Análisis Interno</i> .....	38
5.4.	<i>Identificación de las variables</i> .....	39
<b>6.</b>	<b>Plan de Intervención</b> .....	<b>41</b>
6.1.	<i>Capítulo 1 Diagnostico</i> .....	41

# Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

6.1.1.	Población, muestra y ficha técnica bajar a diagnósticos.....	41
6.1.2.	Aplicación del instrumento en la muestra poblacional seleccionada .....	41
6.1.3.	validación del instrumento. ....	42
6.1.4.	Análisis DOFA .....	42
6.1.5.	Sistema actual de dashboard presupuestal de inventarios .....	47
6.2.	<i>Capítulo 2 Diseño de la Solución de Inteligencia de Negocios .....</i>	<i>50</i>
6.2.1.	Arquitectura de la Solución .....	51
6.2.2.	Funcionalidades Clave .....	52
6.2.3.	Requisitos Técnicos .....	53
6.2.4.	Criterios de Calidad .....	54
6.2.5.	Actividades Previstas como buenas prácticas a seguir .....	54
6.3.	<i>Desarrollo de la Solución de Inteligencia de Negocios .....</i>	<i>55</i>
6.3.1.	Desarrollo de Hojas de Cálculo en Excel con VBA .....	56
6.3.2.	Configuración y Prueba de Procesos ETL en Power Query .....	56
6.3.3.	Integración con el Data Warehouses (DWH) en Servidor VPN .....	57
6.3.4.	Validación de Funcionalidad y Precisión de Datos .....	57
6.3.5.	Desarrollo de Dashboard interactivo en Power BI .....	57
6.4.	<i>Despliegue del Sistema de Control Presupuestario .....</i>	<i>59</i>
6.4.1.	Despliegue del Sistema en el Entorno Operativo.....	60
6.4.2.	Conexión de Datos con el Almacén de Datos (DWH) .....	60
6.4.3.	Visualización de Informes .....	61
6.4.4.	Formación y Asistencia Técnica .....	62
6.4.5.	Evaluación y Ajustes.....	62
<b>7.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>64</b>

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

<b>8. Recomendaciones.....</b>	<b>66</b>
<b>9. Referencias .....</b>	<b>68</b>
<b>A. Anexo 1. Instrumento para la medición .....</b>	<b>73</b>
<b>B. Anexo 2. carta de validez de encuesta por parte del patrocinador. ....</b>	<b>74</b>
<b>C. Anexo 3. carta de aval de la empresa para realizar la intervención.....</b>	<b>75</b>

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1.</b> Organigrama por procesos QS Ingeniería .....	20
<b>Figura 2.</b> <i>Variación sector de la construcción año 2022 – 2021</i> .....	21
<b>Figura 3.</b> <i>Variación anual PIB</i> .....	22
<b>Figura 4.</b> <i>Valor agregado de la construcción, variación anual</i> .....	23
<b>Figura 5.</b> <i>Variación Mensual IPP materiales del sector construcción</i> .....	24
<b>Figura 6.</b> Fases del Proyecto FA.....	37
<b>Figura 7.</b> Análisis DOFA.....	42
<b>Figura 8.</b> Sistema Actual del dashboard presupuestal FA .....	47
<b>Figura 9.</b> Diseño de Actividades propuesto a Qs ingeniería para captura de datos ...	52
<b>Figura 10.</b> Creación de reportes con Power Bi FA .....	53
<b>Figura 11.</b> <i>Integración de Dashboards en PowerBI</i> .....	58
<b>Figura 12.</b> <i>Dashboards Interactivo en PowerBI</i> .....	59
<b>Figura 13.</b> <i>Arquitectura Inteligencia de Negocios</i> .....	60
<b>Figura 14.</b> Diagrama de visualización Gerente en Power BI .....	62

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> Características de la solución de BI Según DOFA.....	43
<b>Tabla 2.</b> Problemas Actuales dentro de QS Ingeniería. ....	48
<b>Tabla 3.</b> Necesidades dentro de QS Ingeniería. ....	48
<b>Tabla 4.</b> Oportunidades dentro de QS Ingeniería.....	49
<b>Tabla 5.</b> Arquitectura de la Solución. ....	51
<b>Tabla 6.</b> Funcionalidades Clave del Sistema de Inteligencia de Negocios.....	52
<b>Tabla 7.</b> Requisitos Técnicos del sistema.....	54
<b>Tabla 8.</b> Estándares de Calidad.....	54
<b>Tabla 9.</b> Desarrollo y estructura origen de datos .....	56
<b>Tabla 10.</b> Configuración y prueba procesos ETL.....	56
<b>Tabla 11.</b> Integración con DWH.....	57
<b>Tabla 12.</b> Validación y precisión de datos.....	57
<b>Tabla 13.</b> Desarrollo Dashboards. ....	58

# Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

## Introducción

La construcción es una actividad económica y social de gran relevancia, que implica la transformación del entorno físico para satisfacer las necesidades y expectativas de las personas. Sin embargo, también es una actividad compleja y dinámica, que requiere de una gestión eficiente y eficaz de los recursos, los procesos, los tiempos y los costos, para garantizar la calidad, la seguridad y la rentabilidad de los proyectos (Arayici, 2011).

En este contexto, la gestión de presupuestos es una función clave para el éxito de cualquier proyecto de construcción, ya que permite planificar, controlar y optimizar los recursos financieros involucrados en el mismo, así como prevenir y mitigar los riesgos asociados a los sobre costos, las desviaciones y los imprevistos. Sin embargo, la gestión de presupuestos tradicional, basada en herramientas de dibujo bidimensional (CAD-Computer-Aided Design) (Rojas-Sola, 2019) y en hojas de cálculo, presenta limitaciones y desafíos importantes, tales como:

- Falta de integración y coordinación entre las diferentes disciplinas y agentes que participan en el proyecto, lo que genera inconsistencias, errores y retrabajos.
- Dificultad para visualizar y comprender el alcance y la complejidad del proyecto, así como para detectar y resolver las interferencias entre los distintos elementos y sistemas constructivos.
- Rigidez y la falta de actualización de la información, lo que dificulta el seguimiento y el control de los cambios y las variaciones que se presentan durante el ciclo de vida del proyecto.
- Escasa fiabilidad y precisión de los datos, lo que afecta la calidad de la documentación y la toma de decisiones.

Ante esta situación, surge la necesidad de implementar metodologías y tecnologías innovadoras que permitan mejorar la gestión de presupuestos en el sector de la construcción, aprovechando las ventajas que ofrecen las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para el manejo inteligente de los datos. Una de estas

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

metodologías es el Building Information Modeling (BIM), que se define como “un proceso basado en modelos que integra, coordina y comunica la información de un proyecto de construcción a lo largo de su ciclo de vida, desde la concepción hasta la operación y el mantenimiento” (Eastman et al., 2011, p. 13).

El BIM se basa en la creación de un modelo tridimensional (3D) del proyecto, que contiene toda la información geométrica, funcional y semántica de los elementos y sistemas constructivos, así como sus relaciones e interdependencias. Este modelo se convierte en una fuente única y centralizada de información, que se puede consultar, modificar y compartir por todos los agentes involucrados en el proyecto, facilitando la colaboración y la coordinación entre las diferentes disciplinas. Además, el modelo BIM se puede enriquecer con información adicional, que permite simular y analizar aspectos como el tiempo (4D), el costo (5D), la sostenibilidad (6D) y la operación y el mantenimiento (7D) del proyecto, mejorando la planificación, el control y la optimización de los recursos y los procesos (Clahrour, 2021) .

La necesidad de QS Ingeniería de implementar un sistema integral de control y supervisión presupuestal, basado en la metodología BIM, surge de una revisión exhaustiva de antecedentes empíricos y bibliográficos. La empresa reconoce la importancia de la gestión inteligente de datos para la toma de decisiones en la construcción. Este informe busca abordar los procesos actuales de gestión presupuestaria de QS Ingeniería, identificando áreas de mejora y oportunidades para la implementación de inteligencia de negocios (Vasylchenko, 2022).

La pregunta que guía esta intervención es: ¿Cuál es la mejor solución para optimizar la gestión de presupuestos en QS Ingeniería, basándose en la metodología BIM, con el objetivo de prevenir sobre costos y mejorar la eficiencia en la ejecución de obras? Esta interrogante no solo busca abordar desafíos específicos de QS Ingeniería, sino contribuir

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

al conocimiento sobre la aplicación efectiva de metodologías innovadoras en la gestión presupuestaria en la construcción (BuildingSmart, 2023).

El presente proyecto de grado tiene como objetivo general proponer e implementar un sistema integral de gestión de presupuestos basado en la metodología BIM para QS Ingeniería, una empresa dedicada al diseño y la construcción de proyectos de edificación y obras civiles, con 11 años de experiencia en el campo. El sistema propuesto busca mejorar la eficiencia y la eficacia de los procesos de gestión de presupuestos en la empresa, con el fin de prevenir sobre costos y mejorar la rentabilidad de los proyectos (Fonseca Arenas, 2023).

El proyecto de grado se enmarca en el campo de la intervención empresarial, alineándose con las líneas de investigación del programa de Maestría en Inteligencia de Negocios de la Universidad EAN. El proyecto se basa en una revisión exhaustiva de antecedentes, tanto empíricos como bibliográficos, que sustentan la importancia y la pertinencia de la implementación de la metodología BIM para la gestión de presupuestos en el sector de la construcción. Asimismo, el proyecto se apoya en el uso de herramientas y tecnologías de vanguardia, que permiten el manejo inteligente de los datos y la generación de valor para la empresa y sus clientes.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

## 1. Objetivos

### 1.1. Objetivo General

Implementación de un sistema integral de gestión de presupuestos para QS Ingeniería, fundamentado en la metodología BIM (Building Information Modeling).

### 1.2. Objetivos Específicos

**OE1:** Realizar un diagnóstico de la situación actual de la gestión de presupuestos en obras de QS Ingeniería, identificando las necesidades y expectativas de los usuarios, los problemas y las oportunidades de mejora.

**OE2:** Diseñar una solución de inteligencia de negocios que integre los datos de los presupuestos de las obras de QS Ingeniería, desde su captura hasta su visualización, definiendo la arquitectura de la solución, las funcionalidades y los requisitos técnicos de la solución, así como los criterios de calidad y las buenas prácticas a seguir.

**OE3:** Desarrollar una solución de inteligencia de negocios que automatice los procesos de integración y análisis de los datos de los presupuestos de las obras de QS Ingeniería, permitiendo a los usuarios acceder a la información actualizada y relevante para la toma de decisiones, mediante dashboards interactivo.

**OE4:** Desplegar el sistema de control presupuestario en el entorno operativo de QS Ingeniería, incluyendo la conexión de datos con el Data Warehouse (DWH) y la visualización de informes, ofreciendo asistencia técnica durante el proceso de cambio.

# Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

## 2. Justificación

El sector de la construcción en Colombia, para el segundo trimestre del año 2022 tuvo un crecimiento de 9.4% en el valor agregado y una variación del 7% sumado los dos primeros trimestres del año, dichos resultados son impulsados por edificaciones (12.4% vs 25.3% año anterior), actividades relacionadas 9.6% y obras civiles 3% la cual en periodos anteriores se encontraba en porcentajes negativos, el desempeño del sector encuentra resultados positivos en gran medida por el crecimiento de las edificaciones, pero también se encuentra señales de alerta por temas como la TRM y el IPP (Anif, 2022).

En el sector de la construcción existen una gran cantidad de competidores, pero dado a su abundante tamaño, las posibilidades para tener éxito y crecer como empresa se remontan al tipo de calidad de servicios que se ofrecen y la forma como se mitigan los sobrecostos que puedan llegar a generar pérdidas económicas y por ende tener desventaja competitiva frente a sus competidores por no tener músculo financiero que le permita desarrollar una obra, para el año 2019 en Colombia habían registradas 1075 empresas dedicadas a la construcción y 690 empresas a la construcción de obras civiles (Camacol, 2019).

Implementar el sistema de control y supervisión presupuestal en QS Ingeniería, le permitirá a la empresa tener información en tiempo real, centralizada que permita la toma de decisiones de manera ágil y oportuna, integrando trabajo colaborativo entre sus áreas, mitigando los sobre costos y la fuga de datos que son de vital importancia para esta, la información será de fácil acceso mediante la tecnología de Cloud Computing, lo que permitirá acceso remoto desde donde se esté ejecutando las obras o donde sea requerida la información ya sea de entrada de datos o consulta de información, el trabajo colaborativo le permitirá a la empresa tener un control sobre los requerimientos que se

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

necesitan en obras y las aprobaciones por parte de los jefes de área implicados, logrando tener claro que está sucediendo en cada obra respecto a los inventarios disponibles y los necesarios para continuar con la obra sin que se genere un sobre costo que implique pérdidas para QS Ingeniería.

El diseño y despliegue del sistema se encuentra estratégicamente alineado con los objetivos del programa de Maestría en Inteligencia de Negocios, ya que su propósito central radica en la realización de análisis de datos a través de procesos ETL. Este sistema no solo posibilitará la creación de información valiosa mediante su implementación, sino que también generará volúmenes significativos de datos, los cuales serán eficientemente almacenados en un entorno de servidor en la nube.

La infraestructura en la nube no solo actúa como un repositorio eficiente, sino que también sirve como un entorno propicio para la transformación de datos. Este proceso, esencial para la consolidación y preparación de datos en el contexto de inteligencia de negocios (BI), garantiza la coherencia, calidad y accesibilidad de la información. Asimismo, se busca asegurar la agilidad y la oportunidad en la presentación de resultados para respaldar procesos eficaces de toma de decisiones.

La arquitectura del sistema se fundamenta en principios de BI, destacando la importancia de proporcionar información precisa y relevante a los usuarios finales. La implementación de este sistema no solo se limita a la recopilación y almacenamiento de datos, sino que incorpora la lógica y la estructura necesarias para facilitar la interpretación y el análisis avanzado.

El sistema, en consecuencia, no solo busca cumplir con los estándares y requisitos establecidos por el programa de Maestría en Inteligencia de Negocios, sino que aspira a proporcionar una plataforma robusta que impulsa la toma de decisiones fundamentada en datos. La integración de tecnologías de vanguardia, la implementación de mejores

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

prácticas en el manejo de datos y la adopción de enfoques ágiles son componentes esenciales que respaldan la visión de este sistema como una herramienta estratégica para el análisis inteligente de datos y la toma de decisiones empresariales.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

### **3. Marco Institucional**

#### **3.1. Presentación de la empresa.**

QS Ingeniería cuenta con 11 años de experiencia en el sector de la construcción y obras civiles, cuenta con 10 empleados vinculados directamente con la compañía, con contratos a término indefinido y 20 empleados promedio por prestación de servicios al momento de ejecutar las obras, anualmente factura \$2.446.316.092, cuyo tamaño según catalogo del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) en su resolución 2225 de 2019 es pequeña empresa.

#### **3.2. Referentes estratégicos.**

El ADN de QS Ingeniería es generar soluciones de ingeniería a la medida de las necesidades de su clientes en el territorio Colombiano, sus principales características son seguridad, sostenibilidad y excelencia en su labor.

El propósito de QS Ingeniería es transformar las necesidades y expectativas en soluciones ágiles, idóneas, innovadoras, rentables y de calidad que generen valor a sus clientes, mediante obras de ingeniería que perduran en el tiempo.

La meta de QS Ingeniería para el año 2028 es estar consolidado en el sector de la construcción y obras civiles, como una entidad que implementa tendencias innovadoras, seguras, sostenibles ampliando el portafolio de nuevos clientes, basados en el servicio y la experiencia.

#### **3.3. Estructura organizacional.**

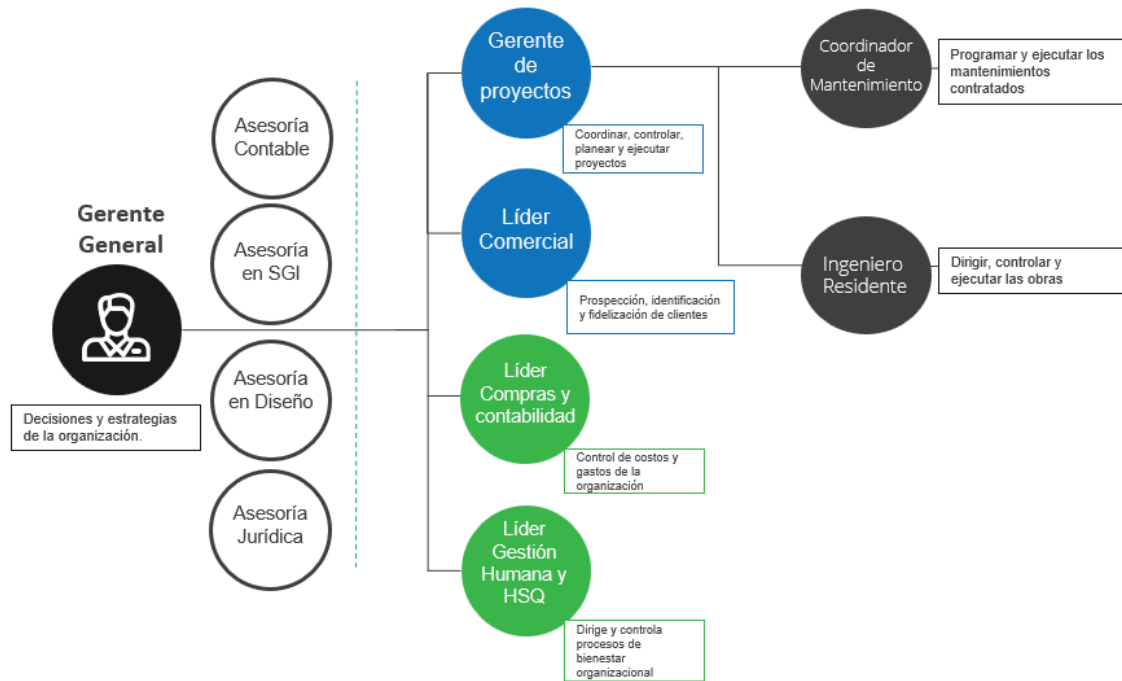
QS Ingeniería posee una estructura organizacional por procesos, donde la cabeza es el Gerente General quien genera el plan estratégico de la compañía y es la cabeza principal al momento de tomar decisiones, posterior sigue los líderes de áreas donde encontramos al Gerente de Proyectos, cuya función es coordinar, controlar, planear y ejecutar los proyectos dentro de la compañía, este líder tiene a su cargo el Coordinador de Mantenimiento el cual se encarga de programar y ejecutar los mantenimientos solicitados y el Ingeniero Residente el cual dirige, controla y ejecuta las obras a su cargo; el siguiente líder es el Comercial, el cual tiene como función la prospección, identificación y fidelización de clientes; el siguiente líder es el de Compras y Contabilidad cuya función es controlar los

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

costos y gastos dentro de la empresa y por último se encuentra el Líder de Gestión Humana y HSQ el cual se encarga de dirigir y controlar los procesos de gestión del talento humano y bienestar organizacional, a continuación se relación el organigrama por procesos de QS Ingeniería.

**Figura 1.**

*Organigrama por procesos QS Ingeniería*



### 3.4. Servicios ofertados.

Dentro del objeto social de QS Ingeniería se encuentran los siguientes servicios ofertados Diseño, construcción, mantenimiento y adecuación de obras civiles. Arquitectónicas, obras civiles de ingeniería, redes de telecomunicaciones, redes eléctricas, redes hidráulicas, redes sanitarias, restauración y remodelación de edificaciones industriales, comerciales y residenciales, asesoría y consultoría integral de proyectos.

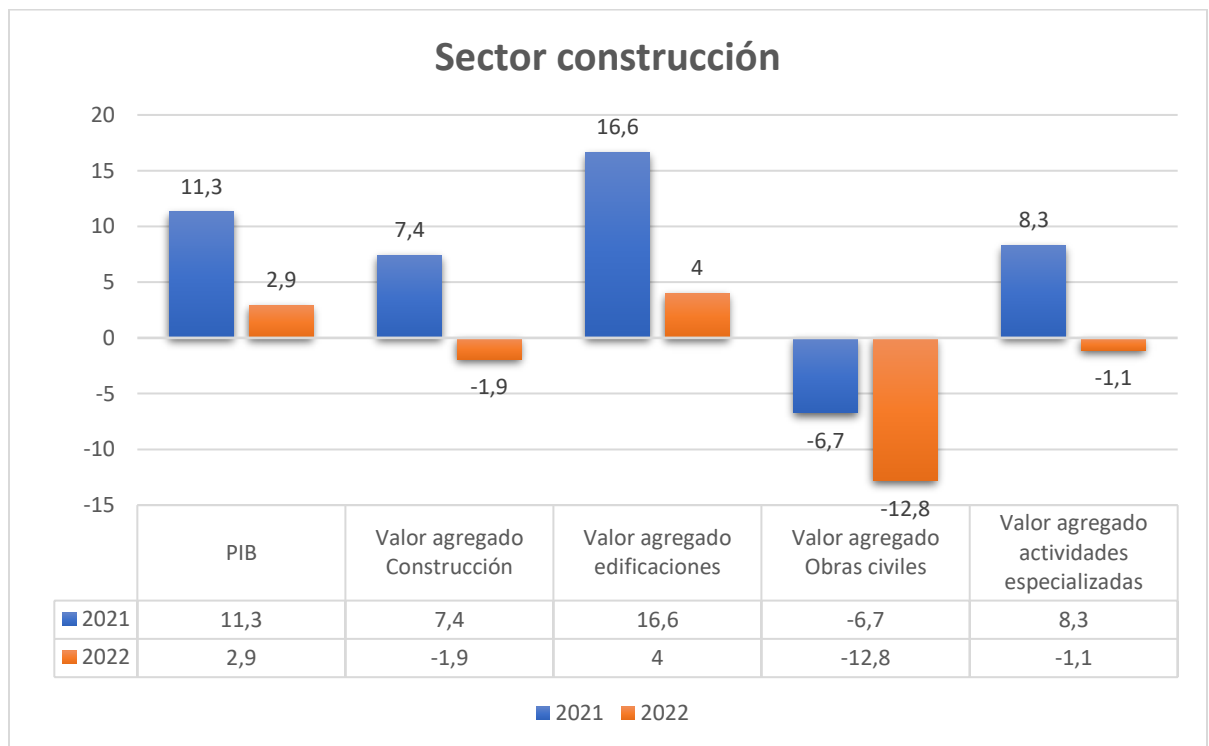
Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**3.5. Análisis del sector.**

Para el cuarto trimestre de 2022, el PIB precios constantes se incrementó en 2.9 en comparación al año 2021, donde el sector de la construcción tuvo una disminución anual del valor agregado en 1.9%, en donde las obras civiles tuvieron un resultado negativo de (-12.8%) aunque en diciembre de 2022 se expandió un 13.2%, lo cual indica esperanza de reactivación, las actividades especializadas en su valor agregado disminuyeron (1.1%) y las edificaciones en su valor agregado aumentaron (4.0%) (Emis, 2023).

**Figura 2.**

*Variación sector de la construcción año 2022 – 2021*



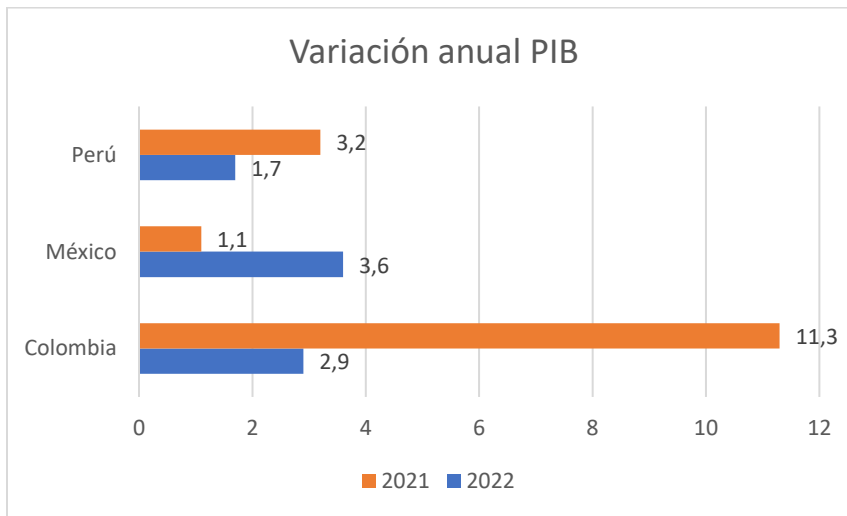
*Nota.* La grafica contiene indicadores como PIB y Valores agregados importantes en el sector de la construcción.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Al revisar el comportamiento de Colombia en comparación a sus pares latinoamericanos como México y Perú, encontramos que respecto al PIB México fue el país que registro el mayor crecimiento con 3.6% es su variación anual, seguido por Colombia con un 2.9% y Perú con el 1.7%, en lo referente al sector de la construcción se encontró que el valor agregado en Perú creció 4.7% y México a su vez creció 2.6% en comparación al año 2021 mientras que Colombia decreció 1.9% respecto a su año inmediatamente anterior (Emis, 2023).

**Figura 3.**

*Variación anual PIB*



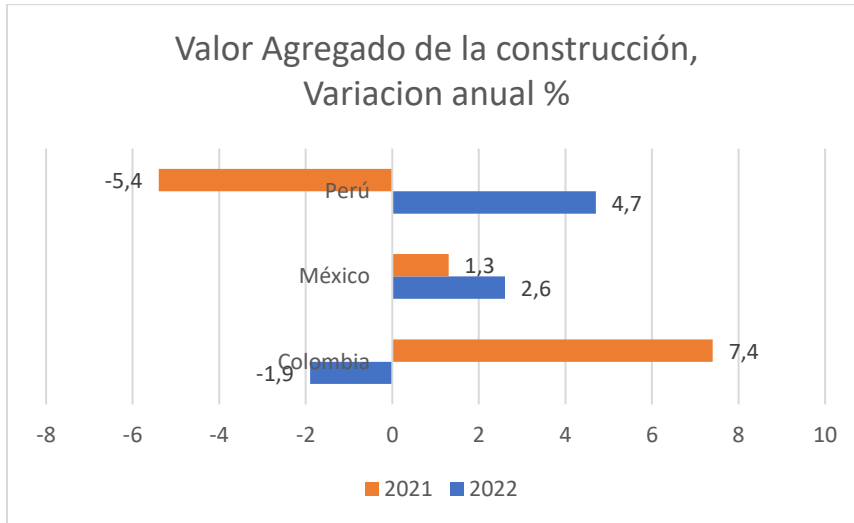
*Nota.* La grafica contiene la variación del PIB año 2022-2021 de los países Colombia, México y Perú.

Respecto al PIB se puede observar que Colombia para el año 2021 tuvo un incremento alto debido a la pandemia del Covid-19 y sus efectos en la economía colombiana en el año 2020, para el año 2022 se observa un crecimiento promedio comparado con sus pares latinoamericanos.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**Figura 4.**

*Valor agregado de la construcción, variación anual*



*Nota.* La grafica contiene la variación del valor agregado de la construcción en los países de Colombia, México y Perú Fuente.

Respecto al valor agregado de la construcción, encontramos que para el año 2022 Colombia tuvo un decrecimiento de -1.9% respecto a sus pares latinoamericanos influenciado en gran medida por el resultado negativo del valor agregado referente al subsector de las obras civiles, donde se observa en su variación Trienal comparando el cuarto trimestre de 2022 con referencia al mismo periodo de 2019 en -41.7%. Igualmente se puede observar que para el año 2023 (Grupo Bancolombia, 2023) el valor agregado de las obras civiles presenta señales de recuperación, donde se encuentra factores como:

\*El año 2022 al cierre dejó una reactivación de construcción de obras civiles, en donde en el mes de Diciembre se expandió en un 13.2%, el mejor resultado de todo el año.

\*Para el 2023 se empezarán a ejecutar las obras 5G y 4G que estaban pendientes de concluir.

El índice de costos del sector de la construcción se divide en sus respectivos subsectores donde encontramos el índice de costos de las construcción de edificaciones (ICOCED) la cual presenta resultados para 10 destinos, 53 subgrupos de costos, 6 capítulos constructivos, incluidos la agregación de los bienes y servicios estructurados por 8 grupos de costos (equipos, maquinaria, mano de obra, materiales, equipos para obra, herramienta menor, equipos especializados para construcción y transporte), a enero de

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

2023 dicho indicador presento una variación anual positiva de 4.87% en comparación a enero de 2022, en donde por grupo de costos la Mano de Obra apporto 4.61% y Materiales 5.94% los cuales aportan a la variación total de 3.90 puntos (Dane, 2023).

El índice de costos de la construcción de obras civiles (ICOCIV) registró una variación mensual a enero de 2023 respecto a diciembre 2022 de 4.98%, donde el grupo de costos de Materiales fue el que más apporto al crecimiento con 3.23 puntos porcentuales y una variación del 5.97% (Dane, 2023).

El índice de precios al productor (IPP) para materiales de construcción en febrero de 2023 presento un incremento de 2.46%, siendo este un resultado provisional (Dane , 2023) comparado con el mes anterior, la cual representa la mayor variación mensual de los últimos 10 años.

**Figura 5.**

*Variación Mensual IPP materiales del sector construcción*



*Nota.* La grafica muestra el comportamiento del IPP, desde febrero de 2013 a febrero de 2023 Fuente.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

#### **4. Marco de Referencia**

La gestión eficiente del presupuesto en proyectos de construcción y mantenimiento de obras civiles es un aspecto fundamental para el éxito de cualquier empresa en el sector. La metodología Building Information Modeling (BIM) se ha convertido en una herramienta clave para mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos de construcción, ya que permite la integración y análisis de datos de diferentes disciplinas y el seguimiento del ciclo de vida de la obra. En este contexto, el objetivo de esta tesis es analizar la implementación de un sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento mediante la metodología BIM, con la incorporación de tecnologías como Data Warehouse, inteligencia de negocios y análisis de datos. (Alireza, 2017)

##### **4.1. Revisión de la literatura**

Un sistema de control presupuestal y de costos es una herramienta que permite a las empresas administrar y monitorear los gastos y costos asociados a un proyecto o a toda la organización (Kerzner, 2013). Para hacerlo eficazmente, se requiere de información precisa y oportuna sobre los costos del proyecto y su impacto en el presupuesto general.

Aquí es donde entra la inteligencia de negocios y el data warehouse. La implementación de un sistema de BI y un data warehouse permiten a las empresas almacenar, administrar y analizar grandes cantidades de datos de diferentes fuentes para facilitar la toma de decisiones informadas sobre costos y presupuestos (Ramesh Sharda, 2014). La información obtenida puede ser utilizada para identificar las áreas donde se están gastando más recursos, ajustar los presupuestos y prever los costos futuros.

La metodología BIM puede ser utilizada para la gestión del proyecto de construcción y para la recopilación de datos relacionados con los costos (Eastman C. T., 2011). El uso de BIM permite la creación de modelos virtuales en 3D que contienen información detallada sobre los costos y los materiales de construcción. Estos modelos pueden ser utilizados para hacer proyecciones precisas de costos y para detectar problemas en el proyecto que puedan afectar el presupuesto.

En resumen, la inteligencia de negocios, el data warehouse y la metodología BIM pueden asociarse con un sistema de control presupuestal y de costos para permitir a las empresas tomar decisiones informadas basadas en datos y mejorar su eficiencia y rentabilidad en el largo plazo (Sharda, 2021).

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

### **4.2. Metodología BIM**

Building Information Modeling (BIM) es una metodología basada en trabajo colaborativo, donde todas las áreas encargadas en la gestión y desarrollo de un proyecto de construcción, participan activamente y entre ellas se crean sinergias que van actualizando el estado y avance de la obra, es por ello que a medida que se ejecute o se avance en una etapa del proyecto el mismo va actualizando la información para todas las áreas implicadas, logrando tener control tanto de presupuesto como de avance de obra, BIM abarca toda la ejecución y gestión de un proyecto de construcción por ende no se enfoca únicamente en la fase de diseños aunque este es uno de sus mayores fuertes pues incorpora información geométrica 3D, tiempos 4D, coste 5D, ambiental 6D y mantenimiento 7D (BuildingSmart, 2023).

La metodología (BIM) es un enfoque colaborativo que se utiliza en la industria de la construcción para la gestión de proyectos. La metodología BIM implica la creación de un modelo digital en 3D del edificio y su entorno, así como la integración de información adicional, como los plazos de construcción, los costos y los recursos necesarios. Esta metodología tiene como objetivo mejorar la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad de los proyectos de construcción (Fonseca Arenas, 2023).

La metodología BIM se enfoca en la colaboración entre los diferentes actores del proyecto y la utilización de herramientas de software especializadas para la gestión y análisis de los datos. En este sentido, el control presupuestal y de costos se puede llevar a cabo utilizando un modelo 5D que integra la información de la planificación y programación, los costos y los recursos. En este sentido, el control presupuestal y de costos se considera uno de los aspectos críticos en la gestión de proyectos de construcción. Para abordar este problema, la metodología BIM ofrece herramientas y metodologías específicas que permiten llevar a cabo el control presupuestal y de costos de manera eficiente y efectiva (Arayici, 2011). El modelo 5D permite la integración de información específica sobre costos y plazos de construcción en el modelo digital 3D. Esta información se actualiza en tiempo real y se utiliza para llevar a cabo simulaciones y análisis de costo-beneficio durante todo el ciclo de vida del proyecto. El modelo 5D también permite la simulación de diferentes escenarios de costos y plazos de construcción, lo que ayuda a tomar decisiones más informadas y a minimizar los riesgos y las incertidumbres en la gestión del proyecto (Takyi-Annan, 2023).

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

La metodología BIM también ofrece herramientas y metodologías específicas para la identificación y la gestión de los riesgos asociados al presupuesto y los costos de construcción. La metodología BIM también permite la integración de diferentes sistemas y bases de datos para la gestión y análisis de los datos de costos y presupuestos, lo que permite una mayor eficiencia en la gestión y control de los costos (BINBD, 2020).

### **4.2.1. Evolución de BIM:**

BIM ha evolucionado desde su origen como una herramienta de visualización 3D hasta convertirse en una metodología integral para la gestión de proyectos de construcción. El primer uso documentado de BIM fue en 1975, cuando la empresa de arquitectura Skidmore, Owings y Merrill (SOM) desarrolló un sistema de modelado para la construcción del Edificio John Hancock en Chicago (Choclán Gámez, 2014). Desde entonces, la metodología BIM ha evolucionado para incluir componentes adicionales, como la programación, el costo y la gestión del ciclo de vida del edificio.

### **4.2.2. Componentes clave de BIM:**

La metodología BIM se compone de varios elementos clave, que se integran en un modelo 3D compartido. Estos componentes incluyen la geometría del edificio, la información sobre los materiales, la programación de la construcción, la gestión de costos, la simulación energética y la gestión del ciclo de vida del edificio. Cada uno de estos componentes proporciona información valiosa para la gestión del proyecto y ayuda a mejorar la eficiencia y la colaboración (Olugboyega O. , 2022).

En cuanto a la implementación de la metodología BIM, existen varios pasos clave que deben seguirse para garantizar una implementación exitosa. En primer lugar, es importante establecer objetivos claros y definir el alcance del proyecto. Luego, se deben seleccionar los miembros del equipo adecuados y proporcionarles la formación necesaria en BIM. Una vez que se ha creado el modelo 3D compartido, es importante establecer y mantener un plan de gestión de la información BIM para garantizar la integridad y la coherencia de los datos (Ding, 2022).

### **4.2.3. Beneficios de BIM:**

La metodología BIM ofrece numerosos beneficios para la industria de la construcción. Algunos de los principales beneficios incluyen la mejora de la eficiencia en la gestión del proyecto, la reducción de costos y errores, la mejora de la calidad del diseño y la construcción, la mejora de la colaboración entre los actores del proyecto y la mejora de la sostenibilidad y la eficiencia energética del edificio (Olugboyega O. , 2023).

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

La metodología BIM también puede ser utilizada para la gestión y mantenimiento de edificios existentes, lo que permite una mejor gestión del ciclo de vida del edificio. A medida que la tecnología continúa avanzando, es probable que la metodología BIM siga evolucionando para satisfacer las necesidades de la industria de la construcción y mejorar aún más la eficiencia y la colaboración en los proyectos de construcción (Zou, 2017).

### **4.3. BI Inteligencia de negocios**

La inteligencia de negocios (BI, por sus siglas en inglés) es una herramienta crucial para el éxito empresarial en la era digital. La BI utiliza tecnologías y herramientas para recopilar, analizar y presentar información relevante en tiempo real para la toma de decisiones informadas, según (Data Warehouse Institute, 2023) BI es la sinergia entre tecnologías, herramientas y procesos que logran transformar los datos almacenados en información relevante la cual a su vez se transforma en conocimiento que permite alinear la planeación estratégica con datos reales del entorno en el cual se encuentra la empresa, sus principales ventajas son:

#### **-Toma de decisiones informadas**

BI permite a las empresas tomar decisiones basadas en datos y no en suposiciones. La información recopilada y analizada de manera efectiva puede ayudar a las empresas a tomar decisiones más precisas y fundamentadas, lo que puede llevar a mejores resultados en términos de rentabilidad y eficiencia (Rai, 1997).

#### **-Seguimiento en tiempo real**

BI permite a las empresas monitorear los indicadores clave de rendimiento (KPIs) en tiempo real. Esto significa que pueden detectar problemas y oportunidades de manera temprana y responder rápidamente, lo que a su vez puede mejorar la satisfacción del cliente y reducir los costos (Chen, 2012).

#### **-Identificación de tendencias**

BI también ayuda a las empresas a identificar tendencias y patrones en los datos. Esto puede ayudar a prever futuras demandas de mercado y oportunidades de crecimiento, lo que a su vez puede impulsar el crecimiento y la innovación empresarial (Arefin, 2015).

#### **-Mejora de la eficiencia operativa**

BI puede mejorar la eficiencia operativa al proporcionar información en tiempo real sobre los procesos empresariales. Esto puede ayudar a identificar y eliminar cuellos de

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

botella, reducir los tiempos de inactividad y aumentar la eficiencia y productividad en general (Saatcioglu, 2014).

**-Optimización de los recursos**

BI ayuda a las empresas a optimizar sus recursos y reducir costos al proporcionar información valiosa sobre las áreas en las que se puede mejorar la eficiencia y reducir los desperdicios o implementos mal utilizados (Oracle, 2023).

**-Mayor comprensión del cliente**

BI puede ayudar a las empresas a comprender mejor a sus clientes al proporcionar información sobre sus patrones de compra, preferencias y necesidades. Esto puede permitir a las empresas adaptar su oferta y mejorar la experiencia del cliente, lo que a su vez puede aumentar la lealtad del cliente y la retención (Arefin, 2015).

**-Identificación de oportunidades de crecimiento**

BI puede ayudar a las empresas a identificar oportunidades de crecimiento en nuevos mercados o productos al proporcionar información sobre las tendencias y los patrones de los consumidores (Rai, 1997).

**-Reducción de los riesgos empresariales**

BI puede ayudar a las empresas a reducir los riesgos empresariales al proporcionar información valiosa sobre el rendimiento empresarial, la rentabilidad y el mercado. Esto puede ayudar a las empresas a identificar y prevenir posibles problemas y a tomar medidas preventivas antes de que ocurran, lo que puede reducir el riesgo y mejorar la sostenibilidad empresarial (Saatcioglu, 2014).

**-Facilitación de la colaboración**

BI puede facilitar la colaboración y la comunicación dentro de la empresa al proporcionar información en tiempo real y accesible a través de múltiples departamentos y equipos. Esto puede mejorar la eficiencia y la coordinación en general (Chen, 2012).

**-Mejora de la toma de decisiones estratégicas**

BI puede mejorar la toma de decisiones estratégicas al proporcionar información valiosa sobre el mercado, la competencia y las tendencias empresariales. Esto puede permitir a las empresas tomar decisiones más informadas y estratégicas sobre la dirección futura de la empresa (Arefin, 2015).

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

#### **4.4. Arquitectura BI Inteligencia de negocios**

La inteligencia de negocios (BI, por sus siglas en inglés) se refiere a la tecnología, las aplicaciones y las prácticas utilizadas para recopilar, integrar, analizar y presentar información empresarial para mejorar la toma de decisiones. La arquitectura de la inteligencia de negocios se refiere a la estructura subyacente que permite la implementación y el uso efectivo de la BI en una empresa. La arquitectura de la inteligencia de negocios consta de cuatro componentes principales: la fuente de datos, el almacén de datos, la capa de presentación y el procesamiento analítico. Estos componentes trabajan juntos para proporcionar información valiosa y oportuna que puede mejorar la toma de decisiones empresariales (Oracle, 2023).

##### **4.4.1. Fuente de datos**

La fuente de datos es el origen de los datos de una empresa y puede incluir bases de datos transaccionales, sistemas de gestión de relaciones con clientes (CRM), sistemas de gestión de recursos empresariales (ERP), datos de redes sociales y otros. La fuente de datos es la primera parte de la arquitectura de BI y debe ser identificada, evaluada y seleccionada para garantizar que la información sea precisa y relevante (Gupta, 2016).

##### **4.4.2. Almacén de datos**

El almacén de datos es el lugar donde se almacenan los datos de la empresa y se transforman en un formato que sea fácilmente accesible y útil para los usuarios de BI. El almacén de datos se compone de dos partes principales: el modelo de datos y el motor de base de datos. El modelo de datos define la estructura de los datos, mientras que el motor de base de datos se utiliza para acceder y manipular los datos (Inmon, W. H., & Hackathorn, 2015).

##### **4.4.3. Capa de presentación**

La capa de presentación es la interfaz entre los usuarios de BI y los datos almacenados en el almacén de datos. La capa de presentación puede incluir informes, tableros de control, visualizaciones y herramientas de consulta. La capa de presentación debe ser fácil de usar y personalizable para los diferentes usuarios de la empresa (Khan, 2016).

##### **4.4.4. Procesamiento analítico**

El procesamiento analítico es el proceso de transformar los datos almacenados en el almacén de datos en información útil y relevante para la toma de decisiones empresariales.

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

El procesamiento analítico puede incluir análisis de datos, minería de datos, inteligencia artificial y aprendizaje automático (Chen, 2012).

Además de estos componentes, la arquitectura de la inteligencia de negocios también debe tener en cuenta la seguridad de los datos, la escalabilidad y la capacidad de integración con otros sistemas empresariales (Chen, 2012).

La arquitectura de inteligencia de negocios también puede ayudar a las empresas a mejorar la colaboración y la comunicación en toda la organización. La visualización de datos en informes y paneles compartidos puede ayudar a los equipos a trabajar juntos para lograr objetivos comunes. Además, la arquitectura de inteligencia de negocios puede ayudar a las empresas a automatizar procesos empresariales y a proporcionar información en tiempo real a los empleados, lo que puede aumentar la eficiencia y la capacidad de respuesta (Oracle, 2023).

### **4.5. Data Warehouse - DWH**

En la era de los datos, las empresas enfrentan el desafío de almacenar, procesar y analizar grandes cantidades de información. Para abordar este desafío, se utilizan los data warehouses, que son sistemas diseñados para almacenar grandes cantidades de datos en un formato estructurado y optimizado para el análisis y la toma de decisiones empresariales. En este marco teórico, se presentarán los elementos clave de un data warehouse, como su arquitectura, la metodología de diseño dimensional, la calidad de los datos y las herramientas y tecnologías de análisis de datos (Data Warehouse Institute, 2023).

#### **4.5.1. Arquitectura DWH:**

La arquitectura de un data warehouse se compone de varias capas, cada una con una función específica. La capa de extracción y transformación (ETL) es responsable de recopilar, limpiar, transformar y cargar los datos en el data warehouse. La capa de almacenamiento de datos contiene los datos consolidados y estructurados que se utilizan para el análisis y la toma de decisiones. Finalmente, la capa de presentación de datos proporciona herramientas y tecnologías para el análisis y la visualización de los datos (Data Warehouse Institute, 2023).

La capa ETL es una de las capas más importantes del data warehouse, ya que es responsable de recopilar, transformar y cargar los datos en el data warehouse. La capa ETL se compone de tres fases: extracción, transformación y carga. Durante la fase de

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

extracción, los datos se extraen de varias fuentes de datos, como bases de datos relacionales, sistemas ERP y sistemas CRM. Durante la fase de transformación, los datos se limpian, se integran y se transforman en un formato consistente y estructurado. Durante la fase de carga, los datos se cargan en el data warehouse (Inmon, 1994).

La capa de almacenamiento de datos es donde se almacenan los datos consolidados y estructurados que se utilizan para el análisis y la toma de decisiones. Esta capa se compone de dos tipos de tablas: tablas de hechos y tablas de dimensiones. Las tablas de hechos contienen datos numéricos y métricas que representan los hechos de un negocio, como las ventas, los ingresos y los gastos. Las tablas de dimensiones contienen datos descriptivos que se utilizan para organizar y categorizar los datos de la tabla de hechos, como los clientes, los productos y el tiempo (Kimball, 2013).

La capa de presentación de datos es la capa final del data warehouse, donde se proporcionan herramientas y tecnologías para el análisis y la visualización de los datos. Esta capa se compone de herramientas de Business Intelligence (BI), herramientas de minería de datos, herramientas de visualización de datos y herramientas de análisis de datos avanzadas, como el análisis predictivo y la inteligencia artificial. Estas herramientas permiten a los usuarios analizar y visualizar los datos de una manera fácil y accesible (Sharda, 2021).

### **4.5.2. Metodología de Diseño Dimensional:**

La metodología de diseño dimensional es una técnica utilizada para diseñar el modelo de datos de un data warehouse. Esta técnica se centra en la creación de un modelo de datos simplificado y optimizado para el análisis y la toma de decisiones. El modelo dimensional se compone de dos tipos de tablas: tablas de hechos y tablas de dimensiones (Kimball, 2013). La metodología de diseño dimensional se centra en el proceso de diseño del modelo de datos y en la selección de las dimensiones y las métricas adecuadas para el negocio. El proceso de diseño dimensional se compone de varios pasos, como la identificación de los procesos de negocio, la identificación de los hechos y las dimensiones, la definición de las jerarquías de dimensiones y la creación del esquema dimensional.

### **4.6. Calidad de los Datos:**

La calidad de los datos es un aspecto crítico en la implementación de un data warehouse. Los datos deben ser precisos, completos y consistentes para garantizar la

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

precisión y la confiabilidad de los informes y análisis. La calidad de los datos se puede medir mediante la evaluación de la exactitud, la integridad, la consistencia y la puntualidad de los datos (Redman, 2013). Para garantizar la calidad de los datos, es necesario implementar un proceso de control de calidad de los datos. Este proceso incluye la identificación de los problemas de calidad de los datos, la limpieza de los datos, la integración de los datos y la verificación de la calidad de los datos después de la integración.

#### **4.7. Herramientas y Tecnologías de Análisis de Datos:**

Las herramientas y tecnologías de análisis de datos son esenciales para el éxito de un data warehouse. Estas herramientas permiten a los usuarios analizar y visualizar los datos de una manera fácil y accesible. Algunas de las herramientas y tecnologías más utilizadas en la actualidad incluyen (Data Warehouse Institute, 2023):

**Business Intelligence (BI):** Las herramientas de BI proporcionan informes y análisis de datos interactivos y personalizados. Estas herramientas se utilizan para analizar datos históricos y actuales y para identificar tendencias y patrones en los datos (Data Warehouse Institute, 2023).

**Minería de Datos:** La minería de datos es un proceso utilizado para descubrir patrones y relaciones en los datos. Las herramientas de minería de datos se utilizan para analizar grandes cantidades de datos y para identificar patrones y tendencias en los datos (Data Warehouse Institute, 2023).

**Visualización de Datos:** Las herramientas de visualización de datos se utilizan para representar los datos de manera gráfica y visualmente atractiva. Estas herramientas permiten a los usuarios ver y entender los datos de una manera fácil y accesible (Data Warehouse Institute, 2023).

**Análisis de Datos Avanzados:** Las herramientas de análisis de datos avanzados se utilizan para analizar datos complejos y para identificar patrones y tendencias en los datos. Estas herramientas incluyen el análisis predictivo y el análisis de series temporales, entre otros (Data Warehouse Institute, 2023).

**Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN):** El PLN se utiliza para analizar y comprender el lenguaje humano. Las herramientas de PLN se utilizan para analizar grandes cantidades de texto y para identificar patrones y tendencias en el lenguaje (Data Warehouse Institute, 2023).

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**Aprendizaje Automático:** El aprendizaje automático es un proceso utilizado para entrenar a los sistemas informáticos para que puedan aprender y mejorar por sí mismos. Las herramientas de aprendizaje automático se utilizan para analizar grandes cantidades de datos y para identificar patrones y tendencias en los datos (Data Warehouse Institute, 2023).

En definitiva, un data warehouse es una herramienta fundamental para la toma de decisiones en una empresa, ya que permite analizar grandes cantidades de datos de manera eficiente y efectiva. La implementación de un data warehouse exitoso requiere una planificación cuidadosa, una arquitectura adecuada, un proceso ETL eficiente, un diseño dimensional efectivo, una alta calidad de los datos y el uso de herramientas y tecnologías de análisis de datos adecuadas. Al seguir estos pasos y adoptar las mejores prácticas, una empresa puede aprovechar al máximo su data warehouse y obtener información valiosa para la toma de decisiones y el crecimiento del negocio (Data Warehouse Institute, 2023).

#### **4.8. Procesos ETL**

El proceso ETL (Extract, Transform, Load) es una técnica fundamental para la integración de datos en un único repositorio, como un data warehouse o data lake. Consiste en tres etapas principales: extracción, transformación y carga (Inmon, 1994).

- 1) En la etapa de extracción, los datos son recopilados de diferentes fuentes, como bases de datos, archivos, aplicaciones, entre (Inmon, 1994).
- 2) En la etapa de transformación, los datos extraídos se manipulan y se transforman en un formato común que puede ser utilizado en el repositorio de datos. Esta etapa incluye técnicas de limpieza, normalización, enriquecimiento y agregación de datos para garantizar la calidad y consistencia de los datos (Redman, 2013).
- 3) Finalmente, en la etapa de carga, los datos transformados se insertan en el repositorio de datos, lo que puede incluir un proceso de validación de integridad y consistencia (Kimball, 2013).

Para llevar a cabo el proceso ETL de manera efectiva, es importante considerar los siguientes aspectos (Inmon, 1994):

- \*Definir claramente los objetivos del proceso y los requisitos de los datos a integrar.
- \*Seleccionar las fuentes de datos adecuadas y definir los protocolos de extracción.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

\*Aplicar técnicas de limpieza y transformación de datos adecuadas para garantizar la calidad y consistencia de los datos.

\*Utilizar herramientas y tecnologías especializadas para facilitar el proceso ETL.

\*Establecer un plan de monitoreo y mantenimiento para garantizar la calidad y el rendimiento del repositorio de datos (Rud, 2011).

Existen diversas herramientas y tecnologías disponibles para facilitar el proceso ETL, como herramientas de integración de datos Talend, informática y Microsoft SSIS. El proceso ETL es una técnica fundamental para la integración de datos en un repositorio de datos. La extracción, transformación y carga de datos de diferentes fuentes es un proceso complejo que requiere planificación cuidadosa, herramientas y tecnologías especializadas, así como monitoreo y mantenimiento continuos. La aplicación efectiva del proceso ETL puede mejorar significativamente la calidad y el valor de los datos para la toma de decisiones empresariales (Inmon,1994).

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

## **5. Diseño Metodológico**

### **5.1. Tipo de investigación**

El presente proyecto se enmarca en una investigación aplicada, cuyo propósito principal es desarrollar una solución concreta y práctica para el control y supervisión presupuestal en proyectos de obras civiles y de mantenimiento. La metodología elegida para abordar esta problemática es el Building Information Modeling (BIM).

La investigación aplicada se distingue por su enfoque en la aplicación directa de conocimientos teóricos y prácticos para resolver problemas concretos. En este caso, busca mejorar la eficiencia y la calidad del trabajo en el ámbito de la ingeniería civil, específicamente en lo relacionado con el control y supervisión presupuestal. Este tipo de investigación se revela como una elección eficiente al proporcionar soluciones prácticas y tangibles a desafíos del mundo real.

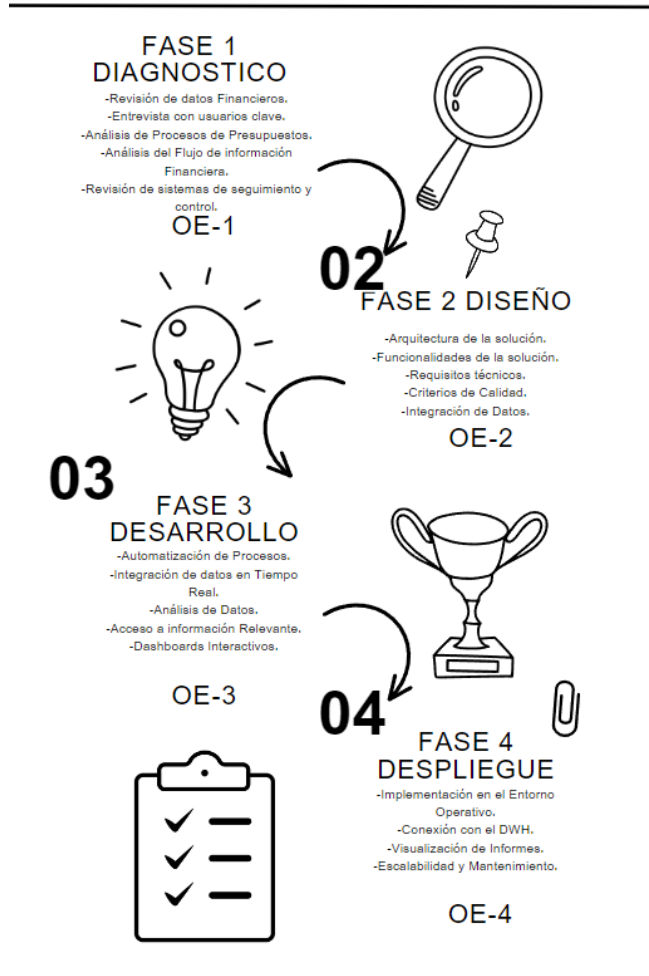
Dentro de la metodología de investigación, se optará por una perspectiva exploratoria debido a la necesidad de indagar a fondo en el estado actual de la compañía. La exploración permitirá obtener información valiosa que servirá como base para el desarrollo de la solución propuesta. Además, se llevará a cabo un análisis cuantitativo, centrándose en los datos financieros actuales de QS Ingeniería para respaldar el proceso de toma de decisiones.

El enfoque inductivo será predominante en el estudio, partiendo de observaciones específicas para llegar a conclusiones generales. Esta estrategia permitirá comprender la realidad particular de la empresa y derivar principios generales que puedan ser aplicados de manera más amplia.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**Figura 6.**

*Fases del Proyecto*



En la figura 6, se representan las cuatro fases del proyecto, cada una de las cuales demuestra el logro de los cuatro objetivos específicos establecidos. En particular, se destaca que la fase 1 aborda el diagnóstico, la fase 2 se centra en el diseño, la fase 3 se dedica al desarrollo y la fase 4 se enfoca en la implementación.

El estudio se llevará a cabo en un lapso de 6 meses, abordando de manera transversal todas las fases necesarias para la implementación efectiva de la solución propuesta. Este periodo de tiempo permitirá recopilar datos significativos, realizar análisis

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

detallados y probar la eficacia de la metodología BIM en el contexto específico de QS Ingeniería.

### **5.2. Análisis Externo**

El análisis DOFA (también conocido como FODA) es una herramienta útil para analizar tanto el ambiente interno como el externo de una organización. La utilización de esta herramienta puede ayudar a la empresa a identificar sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, lo que a su vez puede ser utilizado para desarrollar una estrategia efectiva y lograr objetivos a largo plazo (Fred R. D., 2003).

En el caso de QS ingeniería, se seleccionó el análisis DOFA debido a que la empresa necesitaba una evaluación integral de su situación actual. Al ser una herramienta ampliamente utilizada en el campo de la gestión empresarial, el análisis DOFA permite a QS ingeniería obtener una visión general de sus fortalezas y debilidades internas, así como de las oportunidades y amenazas presentes en su entorno externo.

Igualmente, el análisis DOFA permite a la empresa identificar áreas en las que podría mejorar y desarrollar planes de acción específicos para abordar sus debilidades y amenazas. Asimismo, QS ingeniería puede aprovechar sus fortalezas y oportunidades para desarrollar planes de crecimiento y expansión en el mercado de la construcción y obras civiles el cual tiene una alta demanda pero que a su vez cuenta con una alta competencia.

### **5.3. Análisis Interno**

El análisis interno de QS Ingeniería se llevará a cabo mediante una exhaustiva investigación aplicada, empleando una metodología que combina la revisión documental y la observación directa de la empresa. Esta estrategia integral busca proporcionar una visión completa y detallada de los aspectos clave que influyen en el funcionamiento

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

interno de la organización (Salkind, N, 1999), En la revisión documental, se analizaron los siguientes documentos:

- \*Balance General año fiscal 2022, corte Diciembre 31.
- \*Estado de pérdidas y resultados año fiscal 2022, corte Diciembre 31.
- \*Inventario a corte de Diciembre 31 del año 2022.
- \*Presupuesto y ejecución de obra última obra en Claro (Telmex Colombia).
- \*Políticas para compra de inventarios.

Adicionalmente, se realizará una encuesta al grupo de interés donde se busca indagar la problemática, los beneficios que se pueden llegar a obtener con la aplicación de las tecnologías de información a los procesos dentro de la empresa.

### **5.4. Identificación de las variables**

#### 1) Variable: BIM (Modelado de Información para la Construcción)

Definición: BIM, o Modelado de Información para la Construcción, constituye una metodología vanguardista en el ámbito del diseño, construcción y gestión de edificaciones e infraestructuras. Esta se basa en la creación de un modelo tridimensional inteligente que abarca todo el ciclo de vida de un proyecto, desde su concepción hasta su desmantelamiento (BuildingSmart, 2023) Este enfoque innovador permite la integración eficiente de datos y la colaboración entre los diversos actores involucrados en el proceso.

Medición: Se medirá a través de mediciones directas teniendo en cuenta la implementación de la metodología BIM en la empresa QS Ingeniería o si manejan metodologías similares.

#### 2) Variable: BI (Business Intelligence)

Definición: Se refiere a la utilización de técnicas y herramientas para transformar datos en información útil para la toma de decisiones empresariales (Inmon,2015) Esta disciplina busca proporcionar una visión estratégica mediante el análisis de datos, permitiendo a las organizaciones optimizar procesos, identificar oportunidades y enfrentar desafíos de manera informada.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Medición: Se medirá a través de mediciones directas sobre la implementación de herramientas de BI en la empresa.

3) Variable: Procesos ETL (Extract, Transform, Load)

Definición: Los procesos ETL, que implican la Extracción, Transformación y Carga de datos, representan una metodología clave en la integración de información. Este enfoque permite la recopilación de datos desde diversas fuentes, su transformación para que coincidan con un formato común y su carga en un sistema de destino (Oracle, 2023) La eficacia de los procesos ETL es crucial para garantizar la calidad y coherencia de los datos utilizados en la toma de decisiones.

Medición: Se medirá a través de mediciones directas sobre el uso y la implementación de procesos ETL en la empresa, si existen o están pendientes de ser implementadas.

4) Variable: Data Warehouse (DWH)

Definición: Un Data Warehouse, o Almacén de Datos, constituye una base de datos diseñada para almacenar grandes cantidades de información histórica y actual. Estos datos son fundamentales para respaldar la toma de decisiones empresariales, proporcionando una visión completa y contextualizada de la información relevante (Data Warehouse Institute, 2023).

Medición: Se medirá a través de mediciones directas sobre la implementación de un Data Warehouse en QS ingeniería.

## 6. Plan de Intervención

### 6.1. Capítulo 1 Diagnostico

#### 6.1.1. Población, muestra y ficha técnica bajar a diagnósticos

El estudio realizado tiene como objetivo recopilar información y opiniones de 5 personas clave en diferentes cargos dentro de QS Ingeniería. La población total está compuesta por estas 5 personas, que representan un muestreo completo de la población objetivo asociado al proyecto. El nivel de confianza establecido para el estudio es del 95%, lo que indica que se espera que los resultados reflejen con precisión las opiniones de la población en general. Las encuestas se llevaron a cabo en las instalaciones de QS Ingeniería, Esta elección metodológica contribuyó a establecer una conexión más directa y auténtica con los participantes, generando respuestas más reflexivas y detalladas. A través de este enfoque de investigación, se busca obtener una visión completa y representativa de la organización, con el fin de realizar un análisis confiable y obtener resultados significativos.

#### 6.1.2. Aplicación del instrumento en la muestra poblacional seleccionada

Se seleccionaron 5 preguntas para la encuesta, cuya finalidad busca indagar el nivel de conocimiento y sinergia que existe en QS Ingeniería respecto a las tecnologías de información, su aplicabilidad y beneficios.

#### Ficha Técnica:

<b>Fecha de entrevistas</b>	29 de Junio al 1 de junio
<b>Cargos</b>	Gerente, Director de Proyectos, Directora Comercial, Jefe de Compras, Jefe de Obras
<b>Ciudad</b>	Floridablanca - Santander
<b>Población</b>	5 personas
<b>Muestra</b>	5 personas
<b>Nivel de confianza</b>	95%
<b>Medio de recolección de encuestas</b>	En instalaciones QS Ingeniería

Las preguntas y respuesta de la encuesta están en el anexo 1

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**6.1.3. validación del instrumento.**

Anexo carta de validación del instrumento por parte de Andrea Carolina Espitia Gerente comercial de QS Ingeniería.

**6.1.4. Análisis DOFA**

A continuación, se presenta el análisis FODA aplicado en QS Ingeniería, con la finalidad de evaluar la implementación de herramientas y estrategias de inteligencia de negocios (BI) mediante la metodología BIM. Este análisis se realizó mediante una medición directa del estado actual de la organización en relación con la implementación de estas herramientas y estrategias. La intención es identificar oportunidades de mejora y crear la apertura necesaria para la implementación de estas herramientas y estrategias de manera eficiente y efectiva en la organización.

**Figura 7.**

*Análisis DOFA*

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p><b>Capacidad para implementar soluciones tecnológicas:</b> La empresa tiene la capacidad de implementar tecnologías de información y herramientas de BI para abordar las necesidades identificadas en la gestión presupuestal.</p>	<p><b>Falta de tecnologías de información y herramientas de BI:</b> *Ineficiencia en la supervisión y aprobación de presupuestos (Director de Proyectos). Dificultades en la solicitud y seguimiento de presupuestos (Ingeniero Residente). *Ausencia de informes detallados y en tiempo real (Gerente General). <b>Ausencia de informes detallados y en tiempo real:</b> Falta de informes detallados y en tiempo real sobre la situación presupuestal y el rendimiento de las obras (Gerente General).</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p><b>Implementación de tecnologías de información y BI:</b> *Mejorar la supervisión y aprobación de presupuestos (Director de Proyectos). *Facilitar la gestión eficiente de presupuestos (Ingeniero Residente). *Proporcionar informes en tiempo real y dashboards interactivos (Gerente General). <b>*Mejorar el control presupuestal y procesos de compras (Departamento de Compras).</b></p>	<p><b>Riesgo de no adaptarse a la transformación digital:</b> La falta de tecnologías de información y herramientas de BI representa una amenaza para la eficiencia y competitividad de la empresa (Director de Proyectos, Ingeniero Residente, Gerente General).  <b>Competencia en el mercado:</b> Otras empresas del sector podrían adoptar tecnologías más avanzadas, lo que aumenta la competencia y coloca a QS Ingeniería en desventaja si no se adapta rápidamente.</p>

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento

### para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Para abordar los problemas identificados en el diagnóstico y satisfacer las necesidades de QS Ingeniería, se propone la implementación de una solución integral de Business Intelligence (BI). A continuación, se presenta una tabla que destaca cómo las características clave de esta solución responden específicamente a los problemas y necesidades identificados:

**Tabla 1.**

*Características de la solución de BI Según DOFA.*

<b>Problemas y Necesidades</b>	<b>Características de la Solución de BI</b>
<b>Falta de tecnologías de información y herramientas de BI:</b>	*Implementación de un sistema de BI que permita la supervisión y aprobación eficiente de presupuestos por parte del Director de Proyectos. *Uso de dashboards interactivos para proporcionar informes detallados y en tiempo real, abordando la necesidad del Gerente General.
<b>Dificultades en la solicitud y seguimiento de presupuestos:</b>	* Desarrollo de interfaces intuitivas en la solución de BI para facilitar la gestión de presupuestos por parte del Ingeniero Residente.  * Implementación de sistemas eficientes de solicitud y seguimiento integrados en la plataforma de BI.
<b>Falta de visibilidad en el proceso de compras y control presupuestal:</b> <b>Falta de informes detallados y en tiempo real:</b>	*Integración de un módulo de control presupuestal en la solución de BI que permita al Departamento de Compras tener visibilidad total en los procesos de compras y control presupuestal.
<b>Falta de informes detallados y en tiempo real:</b>	*Creación de dashboards interactivos que proporcionen informes en tiempo real sobre la situación presupuestal y el rendimiento de las obras, satisfaciendo la necesidad del Gerente General.

#### **Fortalezas:**

**La cultura organizacional** en QS Ingeniería está altamente orientada hacia la mejora continua, lo que se traduce en una mayor capacidad de la organización para

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

adaptarse a nuevas tecnologías y mejorar sus procesos operativos con el fin de maximizar la eficiencia en su desempeño. Esta cultura de mejora continua es un factor clave en la capacidad de la organización para implementar y adoptar nuevas tecnologías y estrategias empresariales en un entorno altamente dinámico y competitivo, lo que asegura que la organización esté constantemente buscando maneras de mejorar y mantener su ventaja competitiva.

**Servicios de ingeniería especializados y de alta calidad:** La organización se caracteriza por ofrecer servicios de ingeniería altamente especializados y de elevada calidad, los cuales destacan en el mercado y representan una ventaja competitiva. La experiencia y conocimientos técnicos del personal permiten desarrollar soluciones innovadoras y personalizadas para cada proyecto, lo que garantiza la satisfacción del cliente y su fidelización a largo plazo.

**Personal altamente capacitado y experimentado:** El personal de la organización tiene un alto nivel de capacitación y experiencia, lo que puede permitirle enfrentar desafíos complejos en el desarrollo de proyectos.

**Buena reputación en el mercado:** La organización cuenta con una buena reputación en el mercado, lo que es un indicador de que su trabajo es valorado positivamente por los clientes y otros actores relevantes del sector. Esto puede traducirse en una mayor confianza de los clientes y, por lo tanto, en una posible mayor fidelización y retención de estos. Además, una buena reputación puede generar una imagen positiva de la organización ante potenciales nuevos clientes o socios, lo que podría aumentar las oportunidades de negocio.

**Debilidades:**

**Curva de aprendizaje para la adaptación de la metodología BIM:** La implementación de la metodología BIM podría representar un reto para la organización debido a la complejidad y la curva de aprendizaje que esta implica para los profesionales de esta. Es importante considerar que la transición hacia esta metodología requerirá de un proceso de capacitación y entrenamiento para que el personal pueda adquirir las habilidades necesarias y así poder llevar a cabo los proyectos de manera eficiente y efectiva..

**Resistencia al cambio en los profesionales de la organización que desconocen la metodología:** La resistencia al cambio por parte de los profesionales de

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

la organización que carecen de conocimiento y experiencia en la metodología BIM puede representar un desafío en su implementación.

**Carencia de implementación de metodologías de BI, que permitan toma de decisiones basadas en datos reales:** La carencia de implementación de metodologías de Business Intelligence (BI) en la organización puede resultar en una limitación para la toma de decisiones basadas en datos reales, ya que la falta de herramientas y estrategias específicas para la gestión de datos puede generar un proceso más complicado y menos preciso. Es importante mencionar que la implementación de metodologías de BI puede mejorar la eficiencia y precisión de la toma de decisiones al permitir la consolidación, análisis y visualización de grandes volúmenes de datos en tiempo real.

**Deficiente adopción de tecnología de automatización en procesos, principalmente en la ejecución de obras:** La organización presenta una deficiente adopción de tecnologías de automatización de procesos, principalmente en lo que concierne a la ejecución de obras. Esta carencia podría comprometer la eficiencia y productividad en dichos procesos, generando costos innecesarios y disminuyendo la calidad de los resultados.

**Oportunidades:**

**Mayor demanda de servicios de integración de datos que requieren procesos automatizados y ETL eficientes:** La demanda de servicios de integración de datos con procesos automatizados y ETL eficientes está en aumento. La complejidad de los entornos empresariales actuales y la necesidad de tomar decisiones informadas basadas en datos reales están impulsando esta tendencia. Como tal, existe una oportunidad para que la organización aproveche esta demanda y ofrezca servicios de integración de datos altamente eficientes, con el fin de satisfacer las necesidades cambiantes del mercado y mantener su ventaja competitiva.

**Desarrollo de un plan estratégico enfocado en la implementación de nuevas tecnologías:** La organización tiene la posibilidad de desarrollar un plan estratégico enfocado en la adopción de nuevas tecnologías, lo que podría aumentar su capacidad para ofrecer servicios de alta calidad y mantenerse actualizada en un mercado altamente competitivo.

**Integración de procesos y datos en un solo modelo digital que permite una mejor toma de decisiones y planificación:** La integración de procesos y datos en un modelo digital unificado puede facilitar una mejor toma de decisiones y planificación en la

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

organización. Esto permite una visualización más clara y precisa de la información, lo que resulta en una mayor eficiencia en la gestión de los procesos y en la toma de decisiones basadas en datos precisos y oportunos.

**Amenazas:**

**Estandarización en la industria de la construcción y obras civiles en Colombia como marco de referencia en el uso de la metodología BIM:** La adopción de la metodología BIM en la industria de la construcción y obras civiles en Colombia se está convirtiendo en una práctica estándar. La organización corre el riesgo de no estar a la par con sus competidores y ser incapaz de cumplir con los requisitos normativos y contractuales si no implementa esta metodología. Por lo tanto, es necesario que la organización adopte la metodología BIM para garantizar su competitividad y cumplimiento normativo en la industria.

**Brecha de habilidades en la industria en cuanto a la capacitación y habilidades necesarias para adoptar la metodología BIM:** La falta de habilidades y competencias especializadas en la adopción de la metodología BIM en la industria de la construcción puede constituir un obstáculo para la organización. La falta de conocimientos y habilidades en la gestión de información digital, modelado, simulación y colaboración puede restringir la capacidad de la organización para adoptar e implementar eficazmente la metodología BIM, lo que podría generar una brecha de productividad y competitividad en el mercado. Además, la falta de capacitación y formación continua para el personal de la organización puede exacerbar aún más esta brecha de habilidades y competencias.

En base a este análisis, QS Ingeniería está en una posición favorable para aprovechar sus fortalezas y oportunidades, mientras trabaja en minimizar las debilidades y amenazas asociadas al proyecto. Este análisis DOFA permitió comprender como la empresa toma decisiones, si se basan en datos reales y relevantes y que estrategias le permitirán enfrentar los desafíos del mercado y lograr el éxito en cada proyecto que se desee ejecutar.

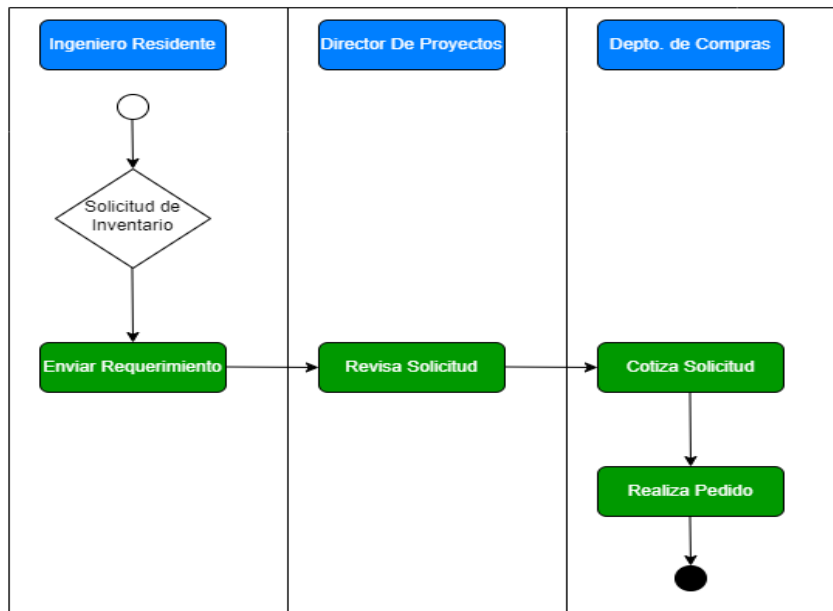
Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**6.1.5. Sistema actual de dashboard presupuestal de inventarios**

QS Ingeniería no cuenta con una base de datos ni un control efectivo sobre el presupuesto y los inventarios de sus obras. Tampoco cuenta con un sistema de inteligencia de negocios ni de analítica de datos que le permita optimizar sus procesos y mejorar su competitividad. Actualmente, el proceso de gestión de inventarios es el siguiente: el ingeniero residente solicita el inventario que necesita para la obra, el director de proyectos revisa y aprueba la solicitud, y el departamento de compras realiza la compra e ingresa la información al software contable. Sin embargo, este proceso tiene varios problemas: no se puede comparar el costo real del inventario con el presupuesto asignado, no hay un trabajo colaborativo entre los diferentes actores involucrados, y no hay un sistema que permita el ingreso y la consulta de la información de forma ágil y confiable, Todo lo anterior se puede observar en la figura 8 que se muestra a continuación:

**Figura 8.**

*Sistema Actual del dashboard presupuestal*



Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

*Fuente.* Elaboración propia basado en (Kerzner, 2013)

A continuación se detalla los problemas, necesidades y oportunidades que surgen en QS Ingeniería en el manejo de supervisión y control presupuestal.

**Tabla 2.**

*Problemas Actuales dentro de QS Ingeniería.*

<b>Roles</b>	<b>Respuestas a Problemas</b>
<b>Director de Proyectos</b>	Supervisión y aprobación ineficiente de presupuestos debido a la falta de tecnologías de información y herramientas de BI.
<b>Ingeniero Residente</b>	Dificultades en la solicitud y seguimiento de presupuestos sin el uso de tecnologías de información ni herramientas de BI.
<b>Departamento de Compras</b>	Falta de visibilidad en el proceso de compras y control presupuestal sin el apoyo de tecnologías de información ni herramientas de BI.
<b>Gerente General</b>	Falta de informes detallados y en tiempo real sobre la situación presupuestal y el rendimiento de las obras debido a la ausencia de tecnologías y BI.

Fuente: elaboración propia basado en (Khan, 2016).

Esta tabla identifica los problemas actuales en la gestión presupuestal en QS Ingeniería. Se destaca la ineficiencia en la supervisión y aprobación de presupuestos debido a la carencia de tecnologías de información y herramientas de inteligencia de negocios (BI). Cada rol presenta desafíos específicos, desde la solicitud de presupuestos hasta la falta de visibilidad en los procesos de compras y control presupuestal. Estas dificultades resaltan la necesidad de implementar soluciones tecnológicas y herramientas de BI para optimizar la gestión presupuestal.

**Tabla 3.**

*Necesidades dentro de QS Ingeniería.*

<b>Roles</b>	<b>Respuestas a Necesidades</b>
<b>Director de Proyectos</b>	Implementación de tecnologías de información y herramientas de BI para mejorar la supervisión y aprobación de presupuestos.
<b>Ingeniero Residente</b>	Acceso a una interfaz intuitiva para la gestión eficiente de presupuestos y un sistema que facilite la solicitud y seguimiento de estos.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

<b>Departamento de Compras</b>	Implementación de una plataforma que integre el control presupuestal y procesos de compras eficientes con el apoyo de tecnologías de información.
<b>Gerente General</b>	Acceso a informes en tiempo real y dashboards interactivos mediante la implementación de tecnologías de información y herramientas de BI.

Fuente: elaboración propia basado en (Kerzner, 2013)

En esta tabla, se proponen respuestas a las necesidades identificadas en la gestión presupuestal de QS Ingeniería. Se sugieren soluciones que incluyen la implementación de tecnologías de información y herramientas de BI. Estas respuestas buscan mejorar la eficiencia en la gestión de presupuestos, proporcionando interfaces intuitivas, sistemas eficientes de solicitud y seguimiento, así como plataformas integradas para control presupuestal y procesos de compras.

**Tabla 4.**

*Oportunidades dentro de QS Ingeniería.*

<b>Roles</b>	<b>Respuestas a Oportunidades</b>
<b>Director de Proyectos</b>	Incorporación de herramientas de inteligencia de negocios (BI) para análisis avanzado de presupuestos y toma de decisiones informada.
<b>Ingeniero Residente</b>	Adaptación de tecnologías BIM para optimizar el proceso de solicitud, seguimiento y reporte de presupuestos, mejorando la eficiencia operativa y permitiendo el trabajo colaborativo en tiempo real.
<b>Departamento de Compras</b>	Desarrollo de soluciones BI que aprovechen la información generada por el Sistema BIM, mejorando la toma de decisiones en procesos de compras y presupuestos.
<b>Gerente General</b>	Implementación de tecnologías BI alineadas con la metodología BIM, posibilitando análisis profundos, facilitando decisiones estratégicas y brindando acceso a informes en tiempo real y dashboards interactivos. Esto permite una colaboración efectiva y en tiempo real entre los diferentes equipos involucrados en la gestión presupuestal y de obras, potenciando la eficiencia y la toma de decisiones informadas.

Fuente: Elaboración Propia basado en (Oracle, 2023).

Esta tabla resalta las oportunidades derivadas de la adopción de tecnologías de información, inteligencia de negocios y la metodología BIM en los diversos roles de QS Ingeniería. Se subraya la capacidad de estas oportunidades para facilitar un análisis

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

avanzado de presupuestos, mejorar la eficiencia operativa y respaldar la toma de decisiones informada. La integración del enfoque colaborativo y en tiempo real, potenciado por la metodología BIM, se presenta como una vía para fortalecer la comunicación y aumentar la eficacia en el control y supervisión presupuestal de la empresa.

En este capítulo de diagnóstico, se cumplió el objetivo de realizar un análisis exhaustivo de la gestión de presupuestos en obras de QS Ingeniería. Se identificaron claramente las necesidades y expectativas de los usuarios, revelando desafíos significativos en la ausencia de tecnologías de información y herramientas de inteligencia de negocios (BI). Estos desafíos representan oportunidades claras de mejora, donde la implementación de la metodología BIM emerge como un catalizador potente. La visualización de informes en tiempo real y dashboards interactivos, respaldada por la colaboración en tiempo real facilitada por BIM, destaca como una oportunidad clave para fortalecer la eficiencia y la toma de decisiones informadas en la gestión presupuestal. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para la formulación de estrategias y soluciones efectivas en los siguientes capítulos.

### **6.2. Capítulo 2 Diseño de la Solución de Inteligencia de Negocios**

En esta sección, se presenta el diseño integral de la solución de inteligencia de negocios, considerando que el almacenamiento de datos se realizará en Servidor VPN (servidor de Red Privada), que cumplirá la función de un Data Warehouse (DWH). La creación del dashboard se llevará a cabo en Power BI, utilizando Microsoft Excel como origen de datos principal. Este enfoque garantiza una integración eficiente y dinámica entre las plataformas seleccionadas.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**6.2.1. Arquitectura de la Solución**

La arquitectura se adapta a la configuración específica, utilizando Microsoft Excel para la captura inicial de datos, Servidor VPN como el DWH para el almacenamiento central, y Power BI para la visualización de dashboards. A continuación, se describe la estructura:

**Tabla 5.**

*Arquitectura de la Solución.*

<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
Captura de Datos	Microsoft Excel será el origen principal para la entrada eficiente de detalles sobre presupuestos, costos y plazos.
<b>Almacén de Datos (DWH)</b>	Servidor VPN se utilizará como el Data Warehouse (DWH) centralizado para el almacenamiento de datos, permitiendo la colaboración y accesibilidad.
<b>Procesamiento de Datos</b>	Procesos ETL adaptados para la extracción, transformación y carga eficiente de datos desde Excel a Servidor VPN y Power BI.
<b>Visualización de Datos</b>	Power BI se utilizará para la creación de dashboards interactivos con visualizaciones dinámicas de los KPIs identificados.

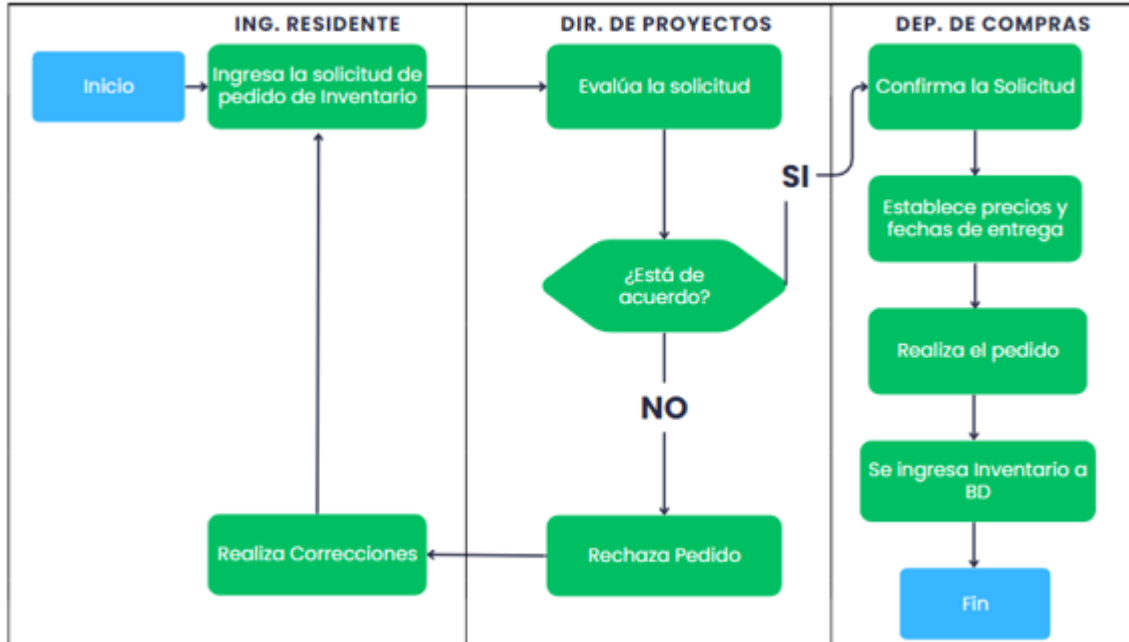
Fuente: Elaboración Propia basado en (Oracle, 2023)

A continuación se presenta el diseño de actividades propuestas para la captura y automatización de los datos de gestión de inventarios de QS Ingeniería. Estas actividades se basan en el diagnóstico realizado previamente y en el uso de herramientas de inteligencia de negocios. El objetivo es optimizar los procesos y facilitar la toma de decisiones.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**Figura 9.**

*Diseño de Actividades propuesto a Qs ingeniería para captura de datos*



*Fuente.* Elaboración propia basada en (Chen, 2012)

**6.2.2. Funcionalidades Clave**

Las funcionalidades se diseñan para garantizar una transición eficiente de los datos desde Excel a Servidor VPN y Power BI, asegurando la captura, almacenamiento y visualización efectiva de la información:

**Tabla 6.**

*Funcionalidades Clave del Sistema de Inteligencia de Negocios.*

Funcionalidad	Descripción
Captura de Datos	Microsoft Excel proporcionará una interfaz eficiente para la entrada de datos, facilitando la captura inicial de información.
Almacén de Datos (DWH)	Servidor VPN servirá como un Data Warehouse (DWH) centralizado, permitiendo la acumulación y organización efectiva de datos para la colaboración.
Procesamiento de Datos	Métodos ETL diseñados para obtener, modificar y transferir datos de forma eficaz desde Excel a Servidor VPN y Power BI.
Visualización de Datos	Se empleará Power BI para generar dashboard interactivos con gráficos dinámicos de los indicadores clave de rendimiento seleccionados.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

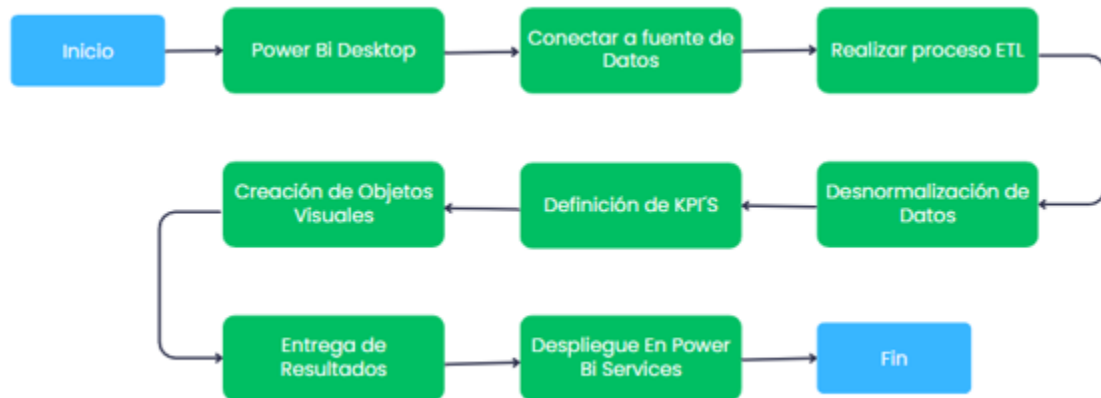
Fuente: Elaboración Propia basado en (Oracle, 2023)

A continuación se adjunta el diagrama de flujo de la visualización de datos en Power BI. Este diagrama muestra las principales etapas y componentes que intervienen en el proceso de creación y publicación de un informe de Power BI, desde la conexión a los orígenes de datos hasta la distribución de la información.

En la figura 10 se puede observar la integración de los datos de los presupuestos desde su captura hasta su visualización, desde el origen de datos, seguido del almacenamiento y conexión a fuente de datos, continuando con la realización del proceso ETL, para llegar a definir los KPI'S que serán la base de los elementos de visualización en Power Bi para lo toma de decisiones.

**Figura 10.**

*Creación de reportes con Power Bi*



Fuente. Elaboración Propia basado en (BI, 2023)

### 6.2.3. Requisitos Técnicos

Los requisitos técnicos están alineados con la integración efectiva entre Excel, Servidor VPN y Power BI, garantizando la compatibilidad y sincronización adecuada:

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**Tabla 7.**

*Requisitos Técnicos del sistema.*

<b>Aspecto</b>	<b>Detalles</b>
Hardware	Asegurar que los sistemas cuenten con los recursos necesarios para soportar las operaciones de Excel, Servidor VPN y Power BI.
<b>Software</b>	Configuración adecuada de Power BI, Microsoft Excel y Servidor VPN, garantizando la compatibilidad y comunicación efectiva entre las plataformas.
<b>Integración</b>	Detalles sobre cómo se realizará la integración de datos desde Excel a Servidor VPN y Power BI, asegurando la actualización dinámica de los dashboards.

Fuente: Elaboración Propia basado en (Oracle, 2023)

#### **6.2.4. Criterios de Calidad**

Los criterios de calidad se establecen para garantizar la precisión, el rendimiento y la usabilidad en la transición de datos desde Excel a Servidor VPN y Power BI:

**Tabla 8.**

*Estándares de Calidad.*

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
Precisión de Datos	Estándares definidos para garantizar la exactitud y consistencia de los datos en la transición de Excel a Servidor VPN.
<b>Rendimiento</b>	Criterios para evaluar y asegurar el rendimiento eficiente de la solución en ambas plataformas.
<b>Usabilidad</b>	Evaluación de la facilidad de uso de la interfaz de captura en Excel y de la visualización en Power BI, considerando la colaboración en Servidor VPN.

Fuente: Elaboración Propia basado en (Oracle, 2023)

#### **6.2.5. Actividades Previstas como buenas prácticas a seguir**

Las actividades se diseñan para garantizar la transición eficiente de datos desde Excel a Servidor VPN y Power BI, y la creación exitosa de dashboards:

##### **1. Configuración de Datos en Excel:**

- Organizar y estructurar los datos en Excel para facilitar la integración posterior en Servidor VPN y Power BI.

##### **2. Desarrollo de Procesos ETL Adaptados:**

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

- Crear procesos ETL específicos para la extracción, transformación y carga eficiente de datos desde Excel a Servidor VPN y Power BI.

**3. Integración con Servidor VPN (DWH):**

- Configurar la integración de datos desde Excel a Servidor VPN (DWH), asegurando la actualización dinámica y colaborativa en el entorno Servidor VPN.

**4. Creación de Dashboards en Power BI:**

- Utilizar Power BI para la creación de dashboards interactivos y visualizaciones dinámicas basadas en los datos de Servidor VPN.

**5. Pruebas de Integración:**

- Realizar pruebas exhaustivas para asegurar la sincronización y actualización dinámica de los dashboards.

**6. Validación con Usuarios Clave:**

- Colaborar estrechamente con los usuarios clave para validar y ajustar el diseño según sus necesidades específicas.

Este capítulo presenta un diseño integral que aprovecha la fortaleza de Microsoft Excel como origen de datos, Servidor VPN como un Data Warehouse (DWH) central y colaborativo, y Power BI para la visualización dinámica de dashboards. Las actividades previstas están diseñadas para garantizar la eficacia y alineación continua de la solución de inteligencia de negocios con los requisitos y expectativas específicas.

**6.3. Desarrollo de la Solución de Inteligencia de Negocios**

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

En esta sección, se detalla el desarrollo de la solución de inteligencia de negocios, que tiene como objetivo automatizar los procesos de integración y análisis de los datos de los presupuestos de QS Ingeniería. La solución permitirá a los usuarios acceder a información actualizada y relevante mediante cuadros de mando interactivos y personalizables.

### 6.3.1. Desarrollo de Hojas de Cálculo en Excel con VBA

Con el fin de automatizar los procesos de integración y análisis de los datos de los presupuestos, se llevará a cabo el desarrollo de hojas de cálculo en Excel mediante el uso de macros en VBA. Estas hojas de cálculo se adaptarán específicamente a las necesidades de QS Ingeniería y formarán parte de la creación de la bodega de datos.

**Tabla 9.**

*Desarrollo y estructura origen de datos*

Actividad	Descripción
<b>Desarrollo de Hojas de Cálculo en Excel con VBA</b>	Automatización del control presupuestario mediante el desarrollo de hojas de cálculo en Excel con el uso de macros en VBA, adaptadas a las necesidades específicas de QS Ingeniería y formando parte de la creación de la bodega de datos.

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 6.3.2. Configuración y Prueba de Procesos ETL en Power Query

Se realizará la configuración y prueba de procesos ETL en Power Query para lograr una extracción y transformación eficiente de datos desde diversas fuentes. Esta actividad garantizará la integración de datos de manera efectiva.

**Tabla 10.**

*Configuración y prueba procesos ETL*

Actividad	Descripción
<b>Configuración y Prueba de Procesos ETL en Power Query</b>	Desarrollo de procesos ETL adaptados para la extracción y transformación eficiente de datos desde diversas fuentes.

**Fuente:** Elaboración Propia basado en (Data Warehouse Institute, 2023).

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

### 6.3.3. Integración con el Data Warehouses (DWH) en Servidor VPN

La integración del sistema con el DWH en Servidor VPN es esencial para mantener la consistencia de la información. Esto se logrará a través de procesos de integración que asegurarán una transición sin problemas de la información capturada hacia el repositorio centralizado.

**Tabla 11.**

*Integración con DWH*

Actividad	Descripción
<b>Integración con el (DWH) en Servidor VPN</b>	Conectar el sistema con el DWH en Servidor VPN para mantener la consistencia y centralización de la información.

Fuente: Elaboración Propia basado en (Data Warehouse Institute, 2023).

### 6.3.4. Validación de Funcionalidad y Precisión de Datos

Antes de la implementación completa, se llevará a cabo una validación exhaustiva de la funcionalidad y la precisión de los datos generados. Esto garantizará que la solución cumpla con los estándares definidos y esté lista para su despliegue.

**Tabla 12.**

*Validación y precisión de datos*

Actividad	Descripción
<b>Validación de Funcionalidad y Precisión de Datos</b>	Pruebas exhaustivas para asegurar la funcionalidad y precisión de los datos generados antes de la implementación completa.

Fuente: Elaboración Propia basado en (Data Warehouse Institute, 2023).

### 6.3.5. Desarrollo de Dashboard interactivo en Power BI

En línea con la creación de dashboards interactivo en Power BI mencionada anteriormente, se procederá al desarrollo de cuadros de mando interactivos y personalizables. Esto permitirá a los usuarios acceder de manera intuitiva a la información actualizada y relevante para la toma de decisiones.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Tabla 13.

Desarrollo Dashboards

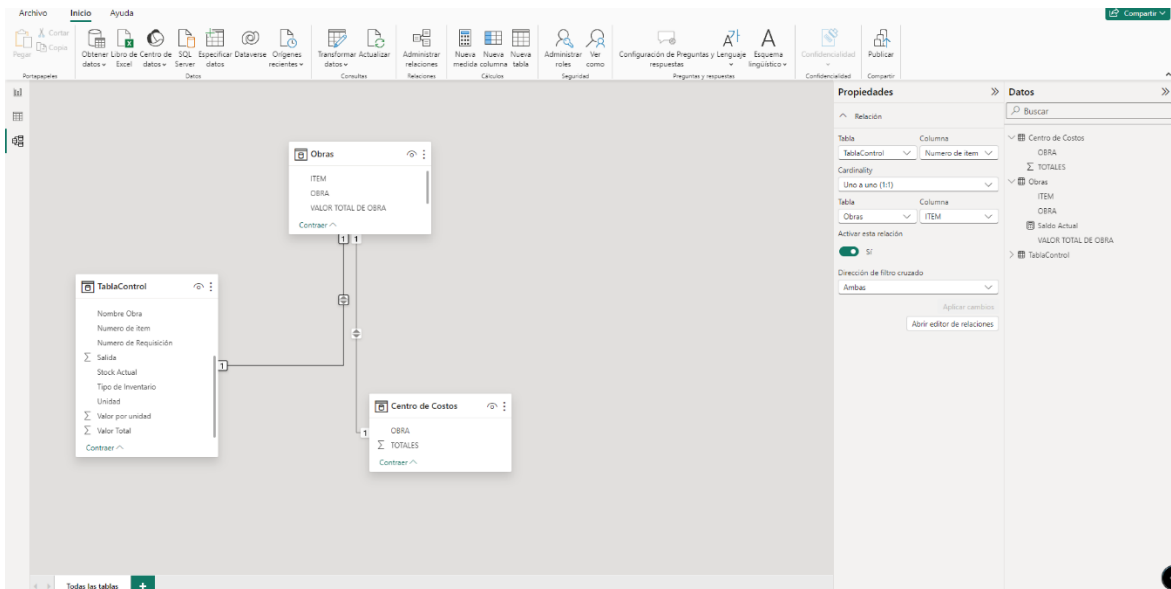
Actividad	Descripción
Desarrollo de Cuadros de Mando Interactivos en Power BI	Creación de cuadros de dashboard en Power BI para la visualización dinámica de los KPIs identificados.

Fuente: Elaboración Propia basado en (BI, 2023).

Con estos Dashboards interactivos se busca analizar los datos de los presupuestos de las obras en QS Ingeniería, porque se puede consultar en tiempo real los principales KPI'S relevantes para la toma de decisiones y así evitar los sobrecostos sobre los mismos.

Este capítulo detalla las actividades de desarrollo destinadas a automatizar los procesos de integración y análisis de los datos de presupuestos de QS Ingeniería. La solución resultante proporcionará acceso eficiente a información actualizada mediante cuadros de mando interactivos y personalizables, cumpliendo así con los objetivos establecidos en el proyecto de inteligencia de negocios.

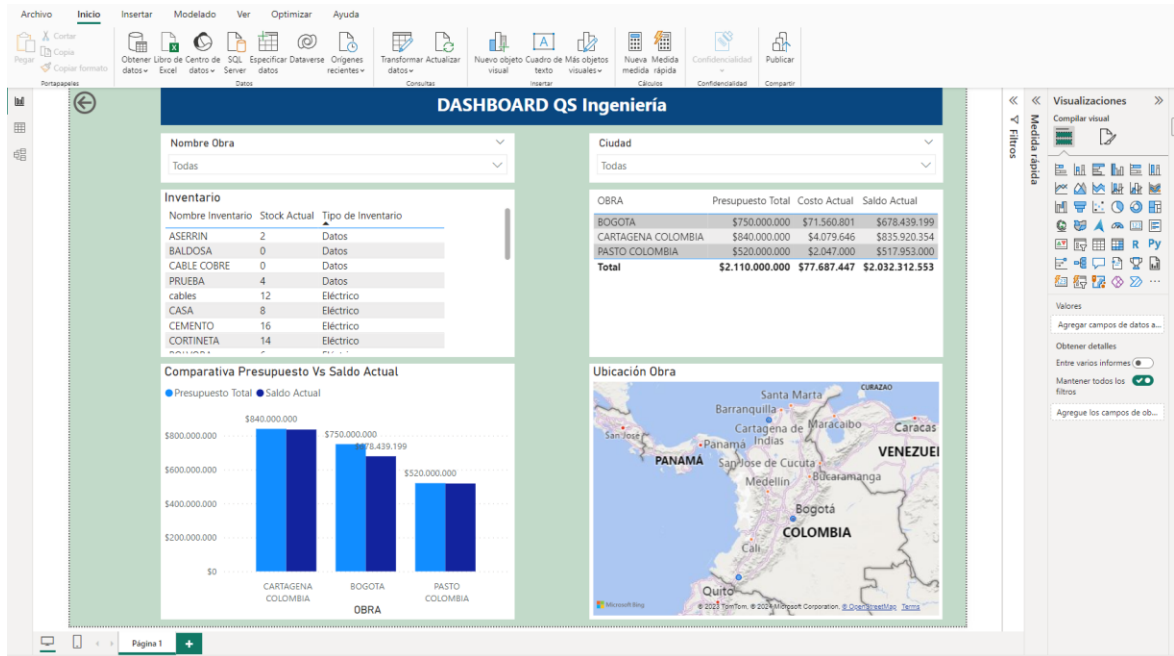
Figura 11.  
Integración de Dashboards en PowerBI



# Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Figura 12.

*Dashboards Interactivo en PowerBI*



## 6.4. Despliegue del Sistema de Control Presupuestario

En este capítulo, se detalla el proceso de implementación del sistema de control presupuestario en el entorno operativo de QS Ingeniería. La implementación abarcará desde la conexión de datos con el almacén de datos hasta la visualización de informes, y se acompañará de la oferta de formación y asistencia técnica para facilitar el proceso de cambio.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

**6.4.1. Despliegue del Sistema en el Entorno Operativo**

El despliegue del sistema implica la instalación y configuración en el entorno operativo de QS Ingeniería. Esto incluirá la implementación de los componentes necesarios, como las hojas de cálculo en Excel con VBA, la configuración de procesos ETL en Power Query, y la conexión efectiva con el almacén de datos en Servidor VPN.

A continuación se comparte videos del funcionamiento de Origen de Datos, es importante aclarar, que el almacenamiento de los datos del Data Ware House se realizara en Servidor VPN, esto garantiza el acceso remoto a la bodega de datos, creando parámetros de seguridad e integridad de los datos.

Video Funcionamiento Origen de Datos:

<https://youtu.be/HIQqaDGel4s>

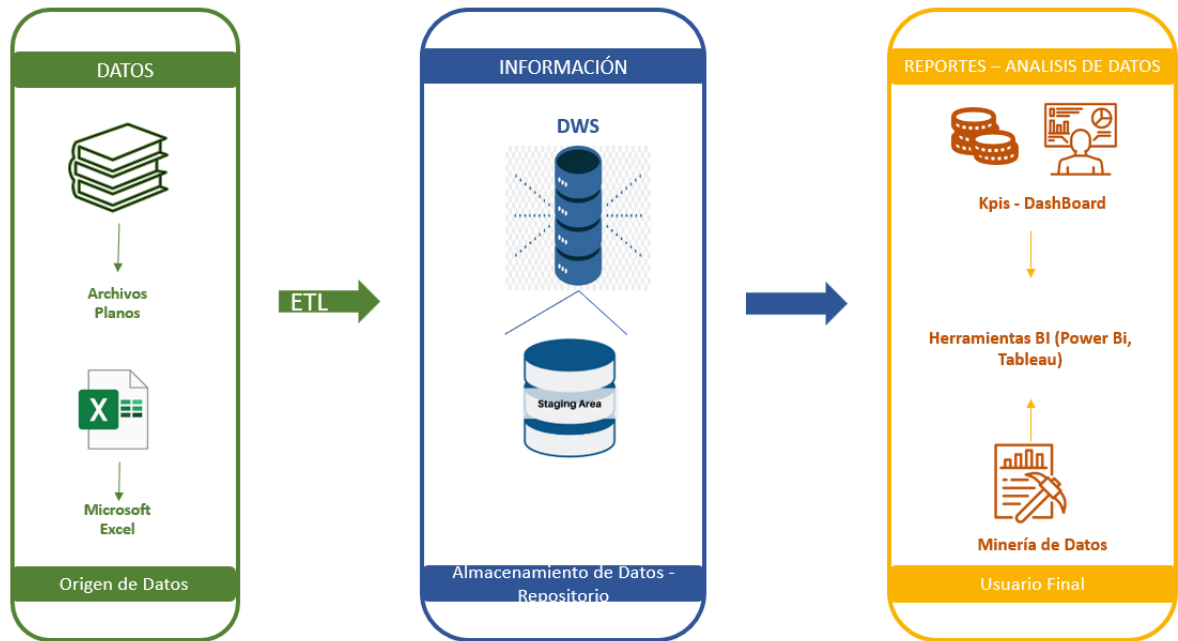
**Conexión de Datos con el Almacén de Datos (DWH)**

La conexión de datos con el almacén de datos en Servidor VPN es una fase crucial. Se llevará a cabo la integración completa del sistema con el Data Warehouse para garantizar la consistencia y disponibilidad de la información. Esto incluirá la verificación de la sincronización de datos y la configuración de los procesos de actualización.

**Figura 13.**

*Arquitectura Inteligencia de Negocios*

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM



*Fuente.* Elaboración propia basado en Arquitectura Inteligencia de negocios adaptado (Oracle, 2023).

La implementación de una arquitectura de inteligencia de negocios eficiente ofrece una serie de beneficios para las empresas. En primer lugar, permite una toma de decisiones basada en datos, lo que reduce la incertidumbre y aumenta la precisión y eficacia de las decisiones empresariales. En segundo lugar, puede ayudar a las empresas a identificar oportunidades de mercado y a comprender mejor a los clientes, lo que puede mejorar la satisfacción del cliente y aumentar las ventas. En tercer lugar, la arquitectura de inteligencia de negocios puede ayudar a las empresas a mejorar la eficiencia y la rentabilidad mediante la identificación de áreas de mejora y la reducción de costos (Oracle, 2023).

#### 6.4.2. Visualización de Informes

La visualización de informes se centra en la presentación efectiva de los datos a través dashboards interactivos en Power BI. Durante esta fase, se verificará la correcta interpretación de los datos y se realizarán ajustes si es necesario. Además, se asegurará la accesibilidad adecuada a los informes por parte de los usuarios clave.

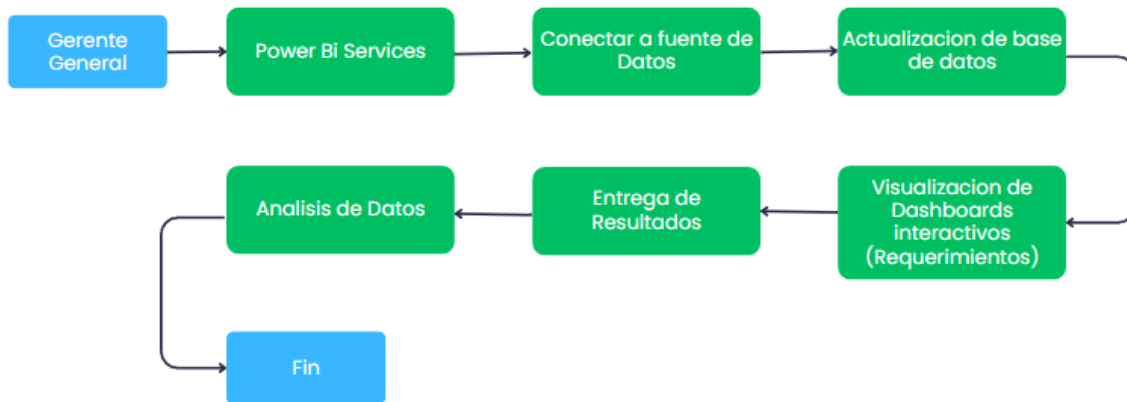
Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Video Funcionamiento Reporte en Power Bi:

[Informe Dashboards.mp4](#)

**Figura 14.**

Diagrama de visualización Gerente en Power BI



*Fuente.* Elaboración Propia basado en (BI, 2023)

En el presente diagrama se puede observar el flujo de trabajo con el que cuenta el gerente para poder visualizar la información relevante para la toma de decisiones en tiempo real, basada en dashboard interactivos.

#### **6.4.3. Formación y Asistencia Técnica**

La formación y asistencia técnica son esenciales para facilitar el proceso de cambio en QS Ingeniería. Se ofrecerán sesiones de formación para familiarizar a los usuarios con la nueva solución, abordando aspectos como la entrada de datos, la navegación en Power BI y la interpretación de informes. Además, se proporcionará asistencia técnica continua para resolver dudas y garantizar un uso efectivo del sistema.

#### **6.4.4. Evaluación y Ajustes**

## Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Durante la implementación, se realizarán evaluaciones periódicas para medir la efectividad y la satisfacción de los usuarios con la nueva solución. Se recopilarán comentarios y se realizarán ajustes según sea necesario para mejorar la usabilidad y abordar cualquier desafío identificado.

Este capítulo ha delineado el proceso completo de implementación del sistema de control presupuestario en QS Ingeniería. Desde el despliegue inicial hasta la formación y asistencia técnica, se busca garantizar una transición suave hacia la nueva solución, permitiendo a los usuarios aprovechar al máximo las capacidades de la inteligencia de negocios en su día a día.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

## **7. Conclusiones**

El proyecto de implementación de inteligencia de negocios en QS Ingeniería ha arrojado resultados que permiten abordar de manera eficaz los objetivos específicos planteados. A continuación, se presentan las conclusiones derivadas de este proceso, siendo coherentes con los objetivos específicos establecidos:

### **Diagnóstico Integral y Preciso:**

La fase de diagnóstico ha proporcionado una visión completa y precisa de la gestión de presupuestos en obras de QS Ingeniería. La identificación exacta de necesidades y expectativas de usuarios, junto con la detección de problemas y oportunidades de mejora, respalda la afirmación de haber alcanzado un diagnóstico integral.

### **Diseño Efectivo y Alineado con Objetivos:**

La ejecución efectiva del diseño de la solución de inteligencia de negocios cumple con los objetivos específicos establecidos. La integración de datos desde la captura hasta la visualización se ha logrado con precisión, definiendo componentes, funcionalidades y requisitos técnicos alineados con criterios de calidad y buenas prácticas.

### **Desarrollo Exitoso y Automatización Eficiente:**

La solución de inteligencia de negocios desarrollada ha logrado una automatización eficiente de los procesos de integración y análisis de datos presupuestarios. Esto ha permitido a los usuarios acceder a información actualizada y relevante a través de cuadros de mando interactivos y personalizables, cumpliendo así con el objetivo de desarrollo.

### **Implementación y Despliegue Efectivos:**

El despliegue del sistema de control presupuestario en el entorno operativo de QS Ingeniería se ha realizado de manera efectiva. La conexión de datos con el almacén de

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

datos y la visualización de informes han sido ejecutadas con éxito, respaldadas por una oferta completa de formación y asistencia técnica durante el proceso de cambio.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

## 8. Recomendaciones

Con el propósito de fortalecer la solución implementada y abrir espacios para futuras mejoras, se plantean las siguientes recomendaciones:

### **Continuar Evaluación Periódica del Diagnóstico:**

Establecer un programa continuo de evaluación del diagnóstico para asegurar su relevancia. La identificación de necesidades y expectativas debe adaptarse a cambios en el entorno, permitiendo ajustes constantes.

### **Mantener Programas de Capacitación Continua:**

Sostener programas de capacitación continua para el personal, garantizando que estén actualizados en el uso y beneficios de la solución de inteligencia de negocios. Esto asegurará una adopción plena y maximizará el aprovechamiento de las capacidades del sistema.

### **Evaluar Expansión de Funcionalidades según Necesidades Emergentes:**

Evaluar regularmente la efectividad de la solución y considerar la expansión de funcionalidades según las necesidades emergentes. Este enfoque garantizará que la solución evolucione al ritmo de los cambios en la gestión presupuestaria.

### **Implementar un Soporte Técnico Proactivo:**

Establecer un sistema de soporte técnico proactivo para abordar cualquier problema o consulta de los usuarios de manera rápida. Este enfoque asegurará una continuidad operativa sin interrupciones significativas.

estas conclusiones y recomendaciones no solo representan la conclusión formal del proyecto, sino que también establecen una sólida base para la mejora continua y la adaptación de la solución de inteligencia de negocios en QS Ingeniería. Las acciones sugeridas no solo buscan consolidar los logros obtenidos, sino también abrir perspectivas

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

para futuras innovaciones y optimizaciones, asegurando la vigencia y eficacia a largo plazo del sistema implementado.

Las recomendaciones buscan consolidar los logros y abrir perspectivas para futuras innovaciones y optimizaciones, asegurando la vigencia y eficacia a largo plazo del sistema implementado.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

## 9. Referencias

- Alireza, A. R. (2017). BIM-enabled sustainability assessment of material supply decisions  
scopus. *Emerald Group Publishing Ltd.*, 24(4), 668-695.  
<https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2015-0193>
- Anif. (16 de Septiembre de 2022). *EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN SE DEBILITA*.  
<https://www.anif.com.co/comentarios-economicos-del-dia/el-sector-de-la-construccion-se-debilita/>
- Arayici, Y. C. (Enero de 2011). *Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. Automation in construction.*  
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.014>
- Arefin, M. H. (2015). The impact of business intelligence on organization's effectiveness: an empirical study. *Journal of Systems and Information Technology*, 17(3), 263-285. <https://doi.org/10.1108/JSIT-09-2014-0067>
- Banco de la república. (1990). <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/indice-precios-del-productor-ipp>
- Banco de la Republica. (Enero de 2023). *Tasa Representativa del Mercado (TRM - Peso por dólar)*. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>
- BI, M. P. (2023). *Consiga que sus datos tengan un efecto inmediato*.  
<https://powerbi.microsoft.com/es-es/>
- BINBD. (14 de Feb de 2020). *¿QUÉ ES EL TRABAJO COLABORATIVO EN BIM?*  
<https://www.bimnd.es/que-es-trabajo-colaborativo-bim/>
- BuildingSmart. (1 de Enero de 2023). *Metodología BIM*.  
[https://www.buildingsmart.es/bim/#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20\(BIM\)%20es,creado%20por%20todos%20sus%20agentes.](https://www.buildingsmart.es/bim/#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20(BIM)%20es,creado%20por%20todos%20sus%20agentes.)

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Camacol. (Octubre de 2019). *CATÁLOGO DE CUALIFICACIONES SECTOR  
CONSTRUCCIÓN.*

[https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files\\_public/2021-08/caracterizacion-sector-construccion.pdf](https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2021-08/caracterizacion-sector-construccion.pdf)

Camacol. (Junio de 2022). *Enfoque a los costos de construcción en el .*

[https://camacol.co/sites/default/files/descargables/Informe%20Econ%C3%B3mico%20114%20VF\\_Formato\\_0.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/descargables/Informe%20Econ%C3%B3mico%20114%20VF_Formato_0.pdf)

Chen, H. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*, 1165-1188.

Choclán Gámez, F. S. (2014). *Introducción a La Metodología Bim.*

Clahrour, R. H.-T. (2021). Cost-benefit analysis of BIM-enabled design clash detection and resolution. *Construction Management and Economics*, 39(1), 55-7.

<https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1802768>

Dane . (Marzo de 2023). *Informacion febrero 2023 Provisional IPP.*

<http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-del-productor-ipp>

Dane. (Enero de 2023). *Indice de costos de la construcción.*

<http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-costos-de-la-construccion-de-edificaciones-icoced>

Dane. (Enero de 2023). *indice de costos de la construcción de obras civiles.*

<http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-costos-de-la-construccion-de-obras-civiles-icociv>

Dane. (Enero de 2023). *Índice de Precios del Productor (IPP).*

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipp/bol\\_ipp\\_ene23.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipp/bol_ipp_ene23.pdf)

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

- Dane. (2023). *Ipc historico*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-historico>
- Data Warehouse Institute. (Enero de 2023). *business intelligence*. <https://tdwi.org/cbip>
- Dinero. (Septiembre de 2019). *¿Dolarizar para qué? 20 años de éxito de la liberalización cambiaria*. <https://www.dinero.com/economia/articulo/como-se-ha-comportado-el-dolar-en-colombia-en-los-ultimos-20-anos/275797>
- Ding, Z. (2022). BIM research vs BIM practice: a bibliometric-qualitative analysis from China. *ENGINEERING CONSTRUCTION AND ARCHITECTURAL MANAGEMENT*, 29(9), 3520-3546. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2021-0071>
- Eastman, C. T. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470261309>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Estados Unidos.
- Emis. (8 de Marzo de 2023). *Indicadoreseconómicosalrededordelaconstrucción(IEAC)*. <https://www-emis-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/php/url-sharing/route?url=22f550f20e311bb6&>
- Fonseca Arenas, N. S. (2023). Recent progress on BIM-based sustainable buildings Scopus. *Elsevier Ltd*. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100176>
- Fred R. D. (2003). *Conceptos de Administración Estratégica*. Pearson Educación.
- Grupo Bancolombia. (1 de Enero de 2023). *Obras civiles da señales de repunte, vivienda conserva sesgo de ralentización*. <https://www.bancolombia.com/empresas/capital-inteligente/especiales/informes-sectoriales/sector-construccion>

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

- Gupta, A. &. (2016). Business intelligence and analytics: An overview. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 416-421.
- Inmon, W. H., & Hackathorn. (2015). Using the data warehouse to develop a business intelligence competency center. *Journal of Data Warehousing and Mining*, 4-11.
- Kerzner, H. (2013). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons.
- Khan, S. A. (2016). A review on business intelligence and analytics. *Journal of Computer Sciences and Applications*, 81-88.
- Kimball, R. R. (2013). *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling* . John Wiley & Sons.
- Olugboyega, O. (2022). BIM leadership theory for organisational BIM transformation. *Frontiers in Built Environment*, 8(1030403).  
<https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.1030403>
- Olugboyega, O. (2023). Differential relationships in the BIM implementation process in a developing country: the role of essential BIM implementation strategies. *Engineering Construction and Architectural Management*, 30(1), 1-19.  
<https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2022-0999>
- Oracle. (Enero de 2023). *¿En qué consiste una solución de arquitectura de Inteligencia de Negocios?*  
[https://www.oracle.com/ocom/groups/public/@otn/documents/webcontent/317529\\_esa.pdf](https://www.oracle.com/ocom/groups/public/@otn/documents/webcontent/317529_esa.pdf)
- Rai, A. P. (1997). Technology investment and business performance. *Communications of the ACM*, 40(7), 89-97. <https://doi.org/10.1145/256175.256191>
- Ramesh Sharda. (2014). *Business intelligence and analytics: Systems for decision support*. Pearson Education. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07034-3>

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

- Redman. (2013). *Data Driven: Profiting from Your Most Important Business Asset*.  
Harvard Business Review Press.
- Rojas-Sola, J. I.-d. (2019). Agustín de Betancourt's plunger lock: Analysis of its  
construction through computer-aided engineering. *Informes de la Construcción*, 71,  
554. <https://doi.org/10.3989/IC.61041>
- Rud, O. P. (2011). Integration of heterogeneous data sources in a data warehouse: A  
conceptual model. *Information Systems Frontiers*, 607-622.
- Saatcioglu, O. Ö. (2014). Analyzing the impacts of business intelligence and analytics on  
organizational performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1119-  
1128.
- Salkind, N. (1999). *Métodos de Investigación*. Prentice Hall.
- Sharda, R. D. (2021). *Analytics, Data Science, & Artificial Intelligence: Systems for  
Decision Support*. Pearson. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53552-0>
- Super Financiera. (Marzo de 2023). *Tasa de Cambio Representativa del Mercado- TRM*.  
[https://www.superfinanciera.gov.co/inicio/informes-y-cifras/cifras/establecimientos-  
de-credito/informacion-periodica/diaria/tasa-de-cambio-representativa-del-  
mercado-trm-60819](https://www.superfinanciera.gov.co/inicio/informes-y-cifras/cifras/establecimientos-de-credito/informacion-periodica/diaria/tasa-de-cambio-representativa-del-mercado-trm-60819)
- Takyi-Annan, G. Z. (2023). Assessing the impact of overcoming BIM implementation  
barriers on BIM usage frequency and circular economy in the project lifecycle  
using Partial least Squares structural Equation modelling (PLS-SEM) analysis.  
*Energy and Buildings*, 295(113329). <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113329>
- Vasylchenko, Y. M. (2022). . State Supervision of Urban Construction: Modern Realities.  
*International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*,  
13(3), 50-58. <https://doi.org/10.30880/ijscet.2022.13.03.005>

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Zou, Y. K. (2017). A review of risk management through BIM and BIM-related technologies. *Safety Science*, 97, 88-98. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.12.027>

### **A. Anexo 1. Instrumento para la medición**

Anexo 1: Preguntas y respuesta encuesta QS Ingeniería.

Se seleccionaron 5 preguntas para la encuesta, cuya finalidad busca indagar el nivel de conocimiento y sinergia que existe en QS Ingeniería respecto a las tecnologías de información, su aplicabilidad y beneficios.

¿Conoce qué es BI?

¿Conoce qué es metodología BIM?

¿Ha aplicado BI, BIM o TI en su trabajo anteriormente?

¿Considera importante el uso de tecnologías de la información TI y herramientas en su función?

¿Considera que estas tecnologías y herramientas podrían ser beneficiosas en QS Ingeniería?

Valores escala de Likert

1= No conoce nada - El encuestado no tiene conocimiento o experiencia en el tema.

2= Conoce poco - El encuestado tiene un conocimiento muy limitado o superficial en el tema.

3= Conoce medianamente - El encuestado tiene un conocimiento aceptable pero no completamente sólido en el tema.

4=Conoce regularmente - El encuestado tiene un buen conocimiento y experiencia en el tema, pero aún puede mejorar.

5= Conoce completamente - El encuestado tiene un conocimiento y experiencia exhaustivos en el tema, siendo un experto en la materia.

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM

Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a realizar la encuesta al grupo de interés, hallando los siguientes resultados, vitales para la ejecución del proyecto.

Encuestado	¿Conoce qué es BI?	¿Conoce qué es metodología BIM?	¿Ha aplicado BI, BIM o TI en su trabajo anteriormente?	¿Considera importante el uso de tecnologías de la información TI y herramientas en su función?	¿Considera que estas tecnologías y herramientas podrían ser beneficiosas en QS Ingeniería?
Mauricio Quiroga	2	1	1	5	5
Álvaro Quiroga	3	1	1	4	5
Andrea Carolina Espitia	1	1	1	4	5
Yina Velásquez	1	1	1	4	5
José Corredor	1	1		4	5
Promedio	1,6	1	1	4,2	5

**B. Anexo 2. carta de validez de encuesta por parte del patrocinador.**

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM



Floridablanca, 1 de junio de 2023

QSI-1259-2023

Señores:  
Universidad EAN  
E.S.D

Respetados señores.

Andrea Carolina Espitia Arenas, en calidad de patrocinador del proyecto Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento, mediante metodología BIM, apruebo y valido la validez y comprensión de las encuestas realizadas en el marco de dicho proyecto. He revisado el diseño y contenido de las encuestas y considero que cumplen con los criterios necesarios para obtener información precisa y relevante.

Entiendo y estoy de acuerdo en que las encuestas son una herramienta fundamental para recopilar datos y opiniones de los participantes del estudio, y que estos resultados serán utilizados para el análisis y toma de decisiones en el proyecto. Además, confirmo que las encuestas fueron diseñadas de manera clara y comprensible, y que se ha tenido en cuenta la diversidad de los participantes para asegurar que la información recolectada sea representativa y confiable.

Acepto que las encuestas se hayan llevado a cabo en las instalaciones de QS Ingeniería, lo cual proporciona un entorno adecuado y cómodo para que los participantes puedan responder las preguntas de manera adecuada.

Cordialmente,

  
ANDREA CAROLINA ESPITIA ARENAS  
Representante Legal Suplente



GERENCIA@QUIROGASOLUCIONES.COM  
WWW.QUIROGASOLUCIONES.COM

CELULAR: (+57) 3165114525  
TELEFONO: 607 6393466

CALLE 30 #24-38 OFIC. 403,  
FLORIDABLANCA, SANTANDER COLOMBIA.

**C. Anexo 3. carta de aval de la empresa para realizar la intervención.**

Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM



Floridablanca, 25 de mayo de 2023

QSI-1257-2023

Señores:  
Universidad EAN  
E.S.D

Respetados señores.

Nos permitimos informarle a través de este documento que damos autorización para que el estudiante **Javier Alfonso Quiroga Sarmiento** identificado con la cedula de ciudadanía No. 1098605787, realice el proyecto "Sistema de Control y supervisión presupuestal en obras civiles y mantenimiento, mediante metodología BIM" con el propósito de aplicarlo al interior de nuestra organización.

Nos encontramos atentos a cualquier inquietud que surja en relación con el presente asunto.

Cordialmente,

  
ANDREA CAROLINA ESPITIA ARENAS  
Representante Legal Suplente



Sistema de control y supervisión presupuestal en obras civiles y de mantenimiento  
para QS Ingeniería, mediante metodología BIM