

Práctica empresarial en la Constructora y Consultora PROBCI S.A.S. como auxiliar de ingeniería en la elaboración de presupuestos para el mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán de la zona urbana del Distrito de Barrancabermeja.

Edwin Arnoldo Mosquera Gutiérrez

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Sebastián Elías Patiño Gutierrez

Magister en Ingeniería Civil

Tutor

Richard Yaser Heredia Montes

Máster en Gerencia de Proyectos

Universidad Industrial de Santander

Facultad de fisicomecánicas

Escuela de ingeniería Civil

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado, que marca el cierre de una etapa larga y desafiante de mi vida, principalmente a Dios y mi madre. Desde el día en que le expresé mi deseo de emprender este camino, ha estado a mi lado acompañándome en cada paso, enfrentando conmigo las dificultades, los sacrificios y las adversidades que surgieron durante el proceso. Estoy convencido de que, en muchos momentos, su esfuerzo fue incluso mayor que el mío. A ella, y a mis hermanos, les expreso mi más profundo agradecimiento, admiración y amor por todo el apoyo incondicional que me brindaron para alcanzar esta meta.

A lo largo de este recorrido fueron muchas las personas que hicieron parte de mi formación y que compartieron conmigo experiencias, aprendizajes y momentos significativos. Aunque sería imposible mencionarlas a todas en un espacio tan breve, quiero extender esta dedicatoria a mis compañeros universitarios, a las familias que me acogieron como uno más de los suyos, a la familia RESIUIS que me marcaron de manera significativa como persona, a mis amigos y a mis familiares, quienes de una u otra manera aportaron a este logro.

De manera especial, quiero agradecer a Laura, Armando, Brayan y Gustavo, quienes no solo me brindaron apoyo académico durante mi formación, sino que también fueron un respaldo fundamental en distintos aspectos de mi vida. Su amistad, compañía y confianza fueron un soporte invaluable durante este proceso.

Finalmente, dedico este logro a mi amada Wendy. Gracias por ser mi apoyo, mi sostén y mi fuerza en una de las etapas más difícil y prolongada de este camino. Tu compañía, paciencia, comprensión y amor fueron fundamentales para culminar este sueño. Este logro también te pertenece porque cada esfuerzo, cada sacrificio y cada paso recorrido hasta llegar aquí estuvieron acompañados por tu presencia incondicional.

Agradecimientos

Expreso mi sincero agradecimiento a la Constructora y Consultora PROBCI S.A.S. y a todo su equipo de trabajo por brindarme la oportunidad de desarrollar mi práctica empresarial y por compartir sus conocimientos, experiencia y acompañamiento durante la ejecución de este proyecto.

Agradezco especialmente a la profesora Sandra Villamizar por su permanente disposición para colaborar, por sus valiosos aportes y por el acompañamiento brindado durante el proceso académico. De igual manera, manifiesto mi más profundo agradecimiento al profesor Sebastián Elías Patiño Gutiérrez, director de este trabajo de grado, por su orientación, dedicación, paciencia y tiempo invertido en cada una de las etapas del proyecto. Sus observaciones, recomendaciones y acompañamiento fueron determinantes para el fortalecimiento y culminación satisfactoria de este trabajo.

Tabla de Contenido

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. OBJETIVOS	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. ALCANCE DEL PROYECTO	14
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4. JUSTIFICACIÓN	17
5. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y NORMATIVA	19
5.1 Antecedentes y estado del arte	19
5.2 Marco normativo.....	20
5.3 Marco teórico	22
5.4 Marco conceptual.....	23
6. METODOLOGÍA.....	25
6.1 Aspectos generales.....	25
6.1.1 Descripción de la empresa	27
6.1.2 Características del proyecto educativo.....	27
6.2 Fase 1. Revisión y análisis de información técnica	30
6.3 Fase 2. Cuantificación de cantidades de obra	30
6.4 Fase 3. Análisis de costos y elaboración de Análisis de Precios Unitarios (APU)	

6.5	Fase 4. Estructuración y validación del presupuesto de obra	31
6.6	Sistematización y elaboración de la guía metodológica	32
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
7.1	Fase 1: Revisión y análisis de información técnica.	33
7.2	Fase 2: Cuantificación de cantidades de obra	34
7.3	Fase 3: Análisis de costos y elaboración de APU	36
7.4	Fase 4: Estructuración y validación de presupuesto	37
7.5	Fase 5: Guía metodológica para la elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura educativa	40
8.	CONCLUSIONES	42
9.	RECOMENDACIONES.....	44
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
	APÉNDICES.....	47

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Antecedentes y literatura relacionados	19
Tabla 2 Normas y disposiciones técnicas para el proyecto.....	20
Tabla 3 Fundamentos teóricos para la elaboración del presupuesto del proyecto	22
Tabla 4 Conceptos asociados al proceso de elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura	23
Tabla 5 Características generales y áreas del proyecto.....	28
Tabla 6 Características técnicas y constructivas del proyecto	29
Tabla 7 Segmento de recopilación de cálculos numérico	35
Tabla 8 APU de Concreto de 3500 PSI para zapatas de cimentación	37
Tabla 9 Consolidación de presupuesto por capítulos y valores finales	38

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Diagrama de flujo de la estructuración metodológica a través de fases.....	26
Figura 2 Localización establecimiento educativo José Antonio Galán	28
Figura 3 Plano arquitectónico de localización, implantación general e implantación de cubiertas	34
Figura 4 Diagrama de flujo del proceso presupuestal.....	41

Lista de Apéndices

APÉNDICE A. Guía metodológica para la elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura educativa.

APÉNDICE B. Planos de diseño utilizados para la cuantificación de cantidades de obra y la estructuración del presupuesto del proyecto de mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán.

APÉNDICE C. Cómputos métricos consolidados del proyecto de mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán.

APÉNDICE D. Presupuesto general y análisis de precios unitarios (APU) del proyecto de mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán.

NOTA: Los apéndices puede ser consultados como material suplementario al presente documento y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS

Resumen

Título: Práctica empresarial en la Constructora y Consultora PROBCI S.A.S. como auxiliar de ingeniería en la elaboración de presupuestos para el mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán de la zona urbana del Distrito de Barrancabermeja.*

Autor: Edwin Arnoldo Mosquera Gutiérrez.**

Palabras Clave: Cálculos métricos, análisis de precios unitarios, presupuesto de obra, costos de construcción, infraestructura educativa, estimación de costos, control de costos, coordinación interdisciplinaria.

Descripción: El presente trabajo de grado tuvo como objetivo apoyar la elaboración de presupuestos para el mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán, ubicado en el Distrito de Barrancabermeja, mediante la aplicación de cálculos métricos, análisis de precios unitarios y estructuración presupuestal. El trabajo se desarrolló bajo la modalidad de práctica empresarial en la Constructora y Consultora PROBCI S.A.S., participando en el análisis de planos, la cuantificación de cantidades de obra mediante AutoCAD, la elaboración de análisis de precios unitarios en Microsoft Excel y la consolidación del presupuesto por capítulos constructivos. Como resultado, se obtuvo un presupuesto estructurado que permitió estimar el costo total del proyecto y analizar la distribución de costos por capítulos. Adicionalmente, se diseñó una guía metodológica para la elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura educativa. El trabajo evidenció que la coordinación interdisciplinaria, la adecuada interpretación de los diseños y la validación de costos son factores clave para la confiabilidad de los resultados.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Sebastián Elías Patiño Gutiérrez. M. Sc. en Ingeniería Civil.

Abstract

Title: Business internship at PROBCI S.A.S. Construction and Consulting Company, serving as an engineering assistant in the development of construction cost estimates for the infrastructure improvement project of José Antonio Galán Educational Institution in the urban area of the District of Barrancabermeja. *

Author: Edwin Arnoldo Mosquera Gutierrez. **

Key Words: Quantity takeoff, unit price analysis, construction budget, construction costs, educational infrastructure, cost estimation, cost control, interdisciplinary coordination.

Description: This undergraduate thesis aimed to support the preparation of construction budgets for the improvement of the infrastructure of the José Antonio Galán educational institution, located in the District of Barrancabermeja, through the application of quantity takeoffs, unit price analyses, and budget structuring. The work was carried out under an internship modality at PROBCI S.A.S., where activities included the review of technical drawings, quantity takeoffs using AutoCAD, the development of unit price analyses in Microsoft Excel, and the consolidation of the project budget by construction categories. As a result, a structured budget was developed, enabling the estimation of the total project cost and the analysis of cost distribution across construction categories. In addition, a methodological guide for budget preparation in educational infrastructure projects was designed. The study demonstrated that interdisciplinary coordination, accurate interpretation of technical designs, and cost validation through supplier quotations are key factors in ensuring the reliability of cost estimates.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Sebastián Elías Patiño Gutiérrez. M. Sc. in Civil Engineering.

Introducción

En el desarrollo de proyectos de infraestructura, la estimación de costos constituye una de las etapas más importantes para garantizar la viabilidad técnica y económica de las intervenciones. Una adecuada estructuración presupuestal permite planificar el uso de los recursos, controlar la ejecución de las obras y reducir la incertidumbre en la toma de decisiones durante las etapas iniciales del proyecto (Project Management Institute, 2021). En este proceso, herramientas como los cálculos métricos y los análisis de precios unitarios (APU) resultan fundamentales para la determinación de los costos de construcción, ya que permiten relacionar las cantidades de obra con los recursos necesarios para su ejecución (Sapag Chain, 2011).

En Colombia, la infraestructura educativa requiere intervenciones orientadas al mejoramiento de sus condiciones físicas y funcionales, debido a las deficiencias existentes en diferentes establecimientos educativos del país. No obstante, la formulación de este tipo de proyectos puede verse afectada por problemas asociados a la planeación, inconsistencias en la estimación de cantidades de obra, falta de estandarización en los procesos de presupuestación y variabilidad en la información técnica disponible, aspectos que inciden directamente en la confiabilidad de los costos estimados y en la viabilidad de las intervenciones propuestas (Ministerio de Educación Nacional, 2015; Departamento Nacional de Planeación, 2015).

En este contexto, el presente trabajo de grado tuvo como objetivo apoyar la elaboración de los presupuestos para el mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán, ubicado en la zona urbana del Distrito de Barrancabermeja. De esta manera, se diseñó una guía metodológica orientada a sistematizar el proceso de presupuestación en proyectos

de infraestructura educativa, mediante la cuantificación de los ítems de obra y la elaboración de análisis de precios unitarios para la consolidación del presupuesto general.

La práctica empresarial se desarrolló en la Constructora y Consultora PROBCI S.A.S. mediante una metodología compuesta por cuatro fases secuenciales: i) Revisión de información técnica y planos del proyecto; ii) Cuantificación de cantidades de obra; iii) Elaboración de análisis de precios unitarios; y iv) Estructuración del presupuesto general por capítulos constructivos. Adicionalmente, se realizó la validación de costos mediante cotizaciones con proveedores del mercado local y consultas en fuentes de información secundaria e interna, con el fin de mejorar la confiabilidad de los valores considerados en el presupuesto.

Como resultado del proceso desarrollado, se cuantificaron 284 ítems de obra organizados en 11 capítulos constructivos, correspondientes a un área intervenida aproximada de 1035 m². Entre los capítulos con mayor cantidad de actividades se destacan arquitectura y acabados (56), redes hidráulicas (53), instalaciones eléctricas con (46) y redes sanitarias (40). A partir de esta información, se elaboraron 284 análisis de precios unitarios (APU), permitiendo descomponer cada actividad en materiales, mano de obra, equipos y transporte. El proceso de presupuestación permitió obtener un costo directo de obra de \$3.141.446.176 COP. Posteriormente, al incorporar los costos indirectos correspondientes al AIU (35%), el valor ascendió a \$4.240.952.338 COP, mientras que el valor global del proyecto, incluyendo interventoría y legalizaciones, alcanzó un total de \$4.843.336.757 COP. Es así como se evidenció que la aplicación de una metodología estructurada para la elaboración de presupuestos, junto con la adecuada organización e interpretación de la información, contribuye a obtener estimaciones de costos más coherentes y ajustadas a las condiciones reales del proyecto.

1. Objetivos

Con el fin de dar respuesta a la problemática planteada y en coherencia con el desarrollo de la práctica empresarial en el área de costos y presupuestos, se establecen los objetivos que orientan el presente trabajo de grado.

1.1 Objetivo General

Apoyar la elaboración de los presupuestos en el mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán de la zona urbana del Distrito de Barrancabermeja.

1.2 Objetivos Específicos

- Diseñar una guía metodológica para la elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura educativa aplicada al caso del establecimiento educativo José Antonio Galán.
- Cuantificar los ítems de obra del proyecto de mejoramiento del establecimiento educativo José Antonio Galán.
- Desarrollar los análisis de precios unitarios (APU) con el fin de estructurar el presupuesto del proyecto con base en los cálculos métricos y precios de mercado.

2. Alcance del proyecto

El proyecto de consultoría para el mejoramiento de la infraestructura de la Institución Educativa José Antonio Galán contempla el desarrollo de estudios y diseños técnicos en diferentes disciplinas de ingeniería. En este contexto, la elaboración del presupuesto de obra, objetivo principal del presente trabajo, se realizó con base en la información técnica disponible durante cada fase de desarrollo del proyecto. Dado que los estudios y diseños se encontraban en proceso de consolidación, el nivel de detalle en la definición de algunas actividades, cantidades y elementos requeridos para los análisis de precios unitarios estuvo sujeto al grado de avance y disponibilidad de la información en cada momento. Por ello, los resultados obtenidos deben interpretarse considerando las precisiones y actualizaciones que puedan derivarse de etapas posteriores de desarrollo y validación de los diseños, propias de este tipo de proyectos.

Por esta razón, se desarrolló una guía metodológica orientada a la elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura educativa, aplicados al caso de estudio, permitiendo la identificación y cuantificación de los ítems de obra, el análisis de los recursos para su ejecución y la determinación de los costos asociados conforme a las condiciones constructivas y precios del mercado local. De esta manera, el trabajo se centró en el análisis técnico del proceso de estimación de costos, con el propósito de estructurar presupuesto coherente con los diseños desarrollados. Así mismo, los costos estimados corresponden a las condiciones económicas y comerciales vigentes durante el periodo de elaboración del presupuesto, por lo que pueden presentar variaciones derivadas de cambios en el mercado o ajustes posteriores en los diseños del proyecto.

3. Planteamiento del problema

La estimación de cantidades de obra y costos constituye un proceso determinante para la formulación y viabilización de intervenciones civiles, especialmente en etapas de consultoría donde las decisiones se fundamentan en información proyectada. De acuerdo con diferentes estudios, los sobrecostos en proyectos de infraestructura representan una problemática recurrente, presentándose en más del 80% de los proyectos analizados a nivel internacional, con desviaciones promedio entre el 20-45% respecto a los costos inicialmente estimados. Estas variaciones suelen estar asociadas a errores en la estimación de cantidades de obra, cambios en el alcance, inconsistencias entre disciplinas de diseño y deficiencias en la planeación presupuestal, afectando la programación, el control y la viabilidad económica de los proyectos (Project Management Institute, 2021; Flyvbjerg et al., 2005; Kerzner, 2017).

En el caso de proyectos de infraestructura educativa, esta problemática adquiere mayor relevancia debido al impacto social que tiene su ejecución. Organismos internacionales han señalado que la adecuada planificación de la infraestructura educativa influye en las condiciones de permanencia escolar, calidad de los ambientes de aprendizaje y acceso de la población estudiantil a espacios funcionales y seguros (UNESCO, 2015; Banco Interamericano de Desarrollo, 2020). En este sentido, la correcta estructuración de los presupuestos no solo permite dimensionar económicamente las obras, sino también garantizar la coherencia entre los diseños técnicos, la asignación de recursos y la viabilidad de las intervenciones en infraestructura educativa (UNESCO & BID, 2017).

En la práctica profesional la elaboración de presupuestos puede verse afectada por diversos factores: estandarización de la cuantificación de cantidades, inconsistencias entre las diferentes

disciplinas del diseño (arquitectónica, estructural y de instalaciones) y la variabilidad en la calidad de la información técnica. Se ha evidenciado que la ausencia de metodologías estructuradas en la estimación de costos incrementa la probabilidad de errores en los cálculos métricos y generando desviaciones presupuestales durante su ejecución (Sapag Chain, 2011; Eastman et al., 2011). Aunque existen metodologías generales para la elaboración de presupuestos, en la práctica profesional persisten dificultades asociadas a la articulación entre las diferentes disciplinas, la estandarización de cantidades de obra y la validación de costos conforme a las condiciones reales del mercado. Sumado la diversidad de proyectos de infraestructura civil que aumentan el grado de variabilidad entre proyectos. En este contexto, la propuesta metodológica integra secuencialmente la cuantificación, la elaboración de APU y la estructuración presupuestal para proyectos educativos.

En el marco de la práctica empresarial desarrollada en la Constructora y Consultora PROBCI S.A.S., se evidenció que la ausencia de un procedimiento metodológico sistemático para la elaboración de presupuestos dificulta la integración de la información técnica, incrementa la probabilidad de reprocesos y afecta la trazabilidad de las actividades realizadas. Así mismo, se identificó que la coordinación interdisciplinaria constituye un factor crítico, dado que ajustes en los diseños pueden generar modificaciones en las cantidades de obra y en los costos asociados (Project Management Institute, 2021). Por lo tanto, la investigación se orienta a dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cómo estructurar un proceso metodológico que garantice la coherencia entre los diseños técnicos, los cálculos métricos y la elaboración de presupuestos en el proyecto de mejoramiento del establecimiento educativo José Antonio Galán, desarrollado en el marco de la práctica empresarial en la empresa PROBCI S.A.S.?

4. Justificación

A nivel internacional, se ha evidenciado que los proyectos de infraestructura presentan desviaciones significativas en sus costos, con sobrecostos que oscilan entre el 10-30% del valor inicialmente estimado, lo que representa impactos económicos considerables en la inversión pública (Flyvbjerg, 2014; Project Management Institute, 2021). En el caso específico de la infraestructura educativa, estas desviaciones afectan directamente la cobertura y calidad del servicio, al limitar el alcance de las intervenciones y el uso eficiente de los recursos disponibles.

En América Latina, los proyectos de infraestructura educativa demandan importantes recursos públicos, por lo que la adecuada planificación técnica y financiera resulta fundamental para garantizar la eficiencia en la inversión y la sostenibilidad de las intervenciones (BID, 2020). Sin embargo, organismos como el Banco Interamericano de Desarrollo han señalado que las deficiencias en la planificación y estructuración técnica pueden generar sobrecostos superiores al 20% del valor inicial, asociados principalmente a inconsistencias en los diseños y a debilidades en los procesos de estimación de costos (BID, 2020; CAF, 2019).

En Colombia, esta problemática se evidencia de manera crítica en los proyectos de infraestructura educativa pública. De acuerdo con la Contraloría General de la República, en el marco del Plan Nacional de Infraestructura Educativa (2015–2023), en el cual se han invertido cerca de 3 billones \$COP, se identificaron 136 proyectos con sobrecostos, 23 obras abandonadas y 70 proyectos con pagos superiores a los realmente ejecutados. Así mismo, se reportaron hallazgos fiscales cercanos a los 40000 millones \$COP, entendidos como posibles pérdidas de recursos públicos derivadas de errores en la planeación, ejecución o control de los proyectos, así como procesos de responsabilidad fiscal superiores a los 20000 millones \$COP, en los cuales se

determinó la existencia de daño patrimonial y la obligación de los responsables de resarcir dichos recursos (Contraloría General de la República, 2023).

Adicionalmente, se evidenció que el costo promedio de construcción por aula pasó de aproximadamente 229 millones \$COP a 297 millones \$COP, lo que representa un incremento superior al 30% respecto a las estimaciones iniciales (Ministerio de Educación Nacional, 2023). De igual manera, se han identificado proyectos educativos detenidos o inconclusos con inversiones comprometidas superiores a los 575000 millones \$COP, lo que refleja el impacto económico de las deficiencias en la estructuración técnica de los proyectos (Ministerio de Educación Nacional, 2023).

Estas problemáticas se originan principalmente en errores en la cuantificación de cantidades de obra, inconsistencias o cambios en los diseños técnicos, subestimación de costos y deficiencias en los procesos de planificación y control del proyecto. Como consecuencia, se generan ajustes durante la ejecución que incrementan los costos finales, ocasionan retrasos y afectan la eficiencia en el uso de los recursos públicos (BID, 2022; Espinosa León & Ponz Tienda, 2016; Valencia et al., 2015).

En este contexto, el desarrollo de una guía metodológica para la elaboración de presupuestos, aplicada al caso del establecimiento educativo José Antonio Galán en el marco de la práctica empresarial en PROBCI S.A.S., busca fortalecer el proceso de estructuración presupuestal mediante la integración secuencial de la revisión de información técnica, la cuantificación de cantidades de obra y la elaboración de análisis de precios unitarios. En este sentido, la guía pretende servir como una herramienta de apoyo para la identificación y control de posibles inconsistencias durante el proceso presupuestal.

5. Fundamentación teórica y normativa

En este capítulo se presentan los antecedentes, conceptos y lineamientos normativos que sirven de base para el desarrollo del trabajo. Asimismo, se exponen los aspectos relacionados con la elaboración de presupuestos de obra, la cuantificación de cantidades, los análisis de precios unitarios y demás elementos para la estructuración presupuestal de proyectos de infraestructura educativa.

5.1 Antecedentes y estado del arte

En la **Tabla 1** se presenta una síntesis de los principales antecedentes y aportes identificados en la literatura relacionados con la estimación de costos y la elaboración de presupuestos en proyectos de construcción.

Tabla 1

Antecedentes y literatura relacionados

Tipo de estudio	Aporte principal	Relación con proyecto	Referencia
Libro académico	Establece fundamentos para la preparación y evaluación de proyectos, incluyendo la estimación de costos como componente clave.	Base conceptual para la estructuración de presupuestos y análisis económico.	Sapag Chain (2011)
Guía técnica	Define la gestión de costos como parte de la planificación de proyectos, destacando su relación con alcance y tiempo.	Sustenta la importancia de la estimación de costos en proyectos de infraestructura.	Project Management Institute (2021)
Doc técnico	Propone lineamientos para la elaboración de presupuestos y uso de herramientas digitales en ingeniería.	Apoya el uso de herramientas como hojas de cálculo en la estructuración de presupuestos.	Federación Colombiana de Ingenieros (2010)

Tipo de estudio	Aporte principal	Relación con proyecto	Referencia
Libro técnico	Introduce el uso de la metodología BIM para la integración de información y cuantificación automática de cantidades.	Relaciona el uso de herramientas digitales con la mejora en la precisión de presupuestos.	Eastman et al. (2011)
Doc institucional	Establece la importancia de utilizar información actualizada y validada en la estimación de costos.	Refuerza la necesidad de trabajar con precios de mercado y validación de datos.	Departamento Nacional de Planeación (2015)
Lineamientos sectoriales	Define criterios para el desarrollo de infraestructura educativa y la planificación de recursos.	Contextualiza la importancia de una adecuada presupuestación en proyectos educativos.	Ministerio de Educación Nacional (2015)

5.2 Marco normativo

El desarrollo del presente trabajo se fundamenta en el cumplimiento de la normativa técnica y legal vigente aplicable a proyectos de infraestructura educativa en Colombia. Estas disposiciones establecen los criterios mínimos para el diseño, construcción, seguridad, funcionalidad y estimación de costos en obras civiles, garantizando la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos. En la **Tabla 2** se presentan las principales normas y disposiciones técnicas consideradas para el desarrollo del proyecto y la estructuración del componente presupuestal.

Tabla 2

Normas y disposiciones técnicas para el proyecto

Norma / Documento	Entidad	Aplicación en el proyecto	Referencia
NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente)	Ministerio de Vivienda	Define los criterios de diseño estructural, cargas, análisis sísmico y requisitos para elementos en concreto reforzado y estructuras metálicas.	Decreto 926 de 2010

Norma / Documento	Entidad	Aplicación en el proyecto	Referencia
Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)	Ministerio de Minas y Energía	Establece los requisitos de diseño, construcción y seguridad en instalaciones eléctricas del proyecto.	Resolución 90708 de 2013
Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS)	Ministerio de Vivienda	Define criterios para el diseño de redes hidrosanitarias, drenaje y sistemas de abastecimiento de agua.	Resolución 0330 de 2017
Ley 400 de 1997	Congreso de Colombia	Establece normas sobre construcciones sismorresistentes en Colombia.	Ley 400 de 1997
Decreto 926 de 2010	Gobierno Nacional	Reglamenta la aplicación de la NSR-10 en el territorio colombiano.	Decreto 926 de 2010
Norma NTC (ICONTEC) aplicables a materiales de construcción	ICONTEC	Regulan las especificaciones técnicas de materiales como concreto, acero, agregados y acabados.	Normas técnicas ICONTEC vigentes
Lineamientos de infraestructura educativa	Ministerio de Educación Nacional	Definen criterios para el diseño, funcionalidad y condiciones mínimas de los espacios educativos.	MEN (2015)
Manuales de formulación de proyectos (DNP)	Departamento Nacional de Planeación	Orientan la estructuración técnica, económica y presupuestal de proyectos de inversión pública.	MGA Web – DNP
Normativa de contratación pública (Ley 80 de 1993 y Ley 1150 de 2007)	Congreso de Colombia	Regulan los procesos de contratación y ejecución de proyectos financiados con recursos públicos.	Ley 80 de 1993 y Ley 1150 de 2007

5.3 Marco teórico

En la **Tabla 3** se presentan los principales fundamentos teóricos que sustentan el proceso de elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura, los cuales permiten comprender la relación entre los diferentes componentes técnicos y económicos involucrados.

Tabla 3

Fundamentos teóricos para la elaboración del presupuesto del proyecto

Concepto	Descripción	Aporte al proyecto	Referencia
Presupuestación en proyectos de infraestructura	La estimación de costos constituye un componente fundamental para la viabilidad técnica y económica de los proyectos. Este proceso integra información de diseños técnicos, rendimientos de obra y condiciones del mercado, permitiendo establecer bases confiables para la toma de decisiones.	Permite estructurar un presupuesto coherente a partir de la integración de información técnica y económica del proyecto.	Project Management Institute (2021)
Triple restricción del proyecto (alcance, tiempo y costo)	En la gestión de proyectos, el costo es una variable fundamental junto con el alcance y el tiempo. La interacción entre estas variables implica que cualquier variación en una de ellas afecta directamente a las demás.	Justifica la importancia de una estimación precisa de costos para evitar desviaciones en el alcance y tiempos del proyecto.	Kerzner (2017)
Análisis de Precios Unitarios (APU)	Herramienta que permite descomponer cada actividad constructiva en materiales, mano de obra, equipos y transporte, facilitando la identificación de los factores que inciden en el costo final.	Permite determinar costos unitarios ajustados a las condiciones específicas del proyecto, base para la estructuración del presupuesto.	Sapag Chain (2011)
Cómputos métricos	Proceso técnico mediante el cual se cuantifican las cantidades de obra a partir de planos y especificaciones técnicas. Constituyen la base para la estimación de recursos.	Define las cantidades de obra necesarias, impactando directamente el costo total del proyecto.	Eastman et al. (2011)

Concepto	Descripción	Aporte al proyecto	Referencia
Relación entre cálculos métricos y APU	Las cantidades de obra determinan el volumen de recursos requeridos, mientras que los APU establecen el costo unitario de cada actividad.	Garantiza coherencia entre cantidades y costos, asegurando la confiabilidad del presupuesto.	Eastman et al. (2011)
Coordinación interdisciplinaria	Integración entre disciplinas como arquitectura, estructuras e instalaciones para asegurar coherencia en los diseños.	Reduce inconsistencias técnicas que pueden generar errores en cantidades y sobrecostos.	Project Management Institute (2021)
Incertidumbre en fase de consultoría	La estimación de costos se realiza con información proyectada, lo que implica incertidumbre técnica y económica.	Justifica la necesidad de validación de precios y ajustes durante el proceso presupuestal.	Kerzner (2017)
Costos indirectos (AIU)	Incluyen administración, imprevistos y utilidad, necesarios para garantizar la viabilidad económica del proyecto.	Permite estructurar un presupuesto completo y realista acorde a condiciones de ejecución.	Kerzner (2017)

5.4 Marco conceptual

En la **Tabla 4** se presentan los principales conceptos asociados al proceso de elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura, los cuales constituyen la base conceptual para el desarrollo del presente trabajo.

Tabla 4

Conceptos asociados al proceso de elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura

Concepto	Definición	Aplicación en el proyecto	Referencia
Presupuesto de obra	Estimación económica detallada de los recursos necesarios para ejecutar un proyecto, basada en cantidades de obra y costos unitarios.	Permite determinar el costo total del proyecto educativo y evaluar su viabilidad económica.	Sapag Chain (2011); Project Management Institute (2021)

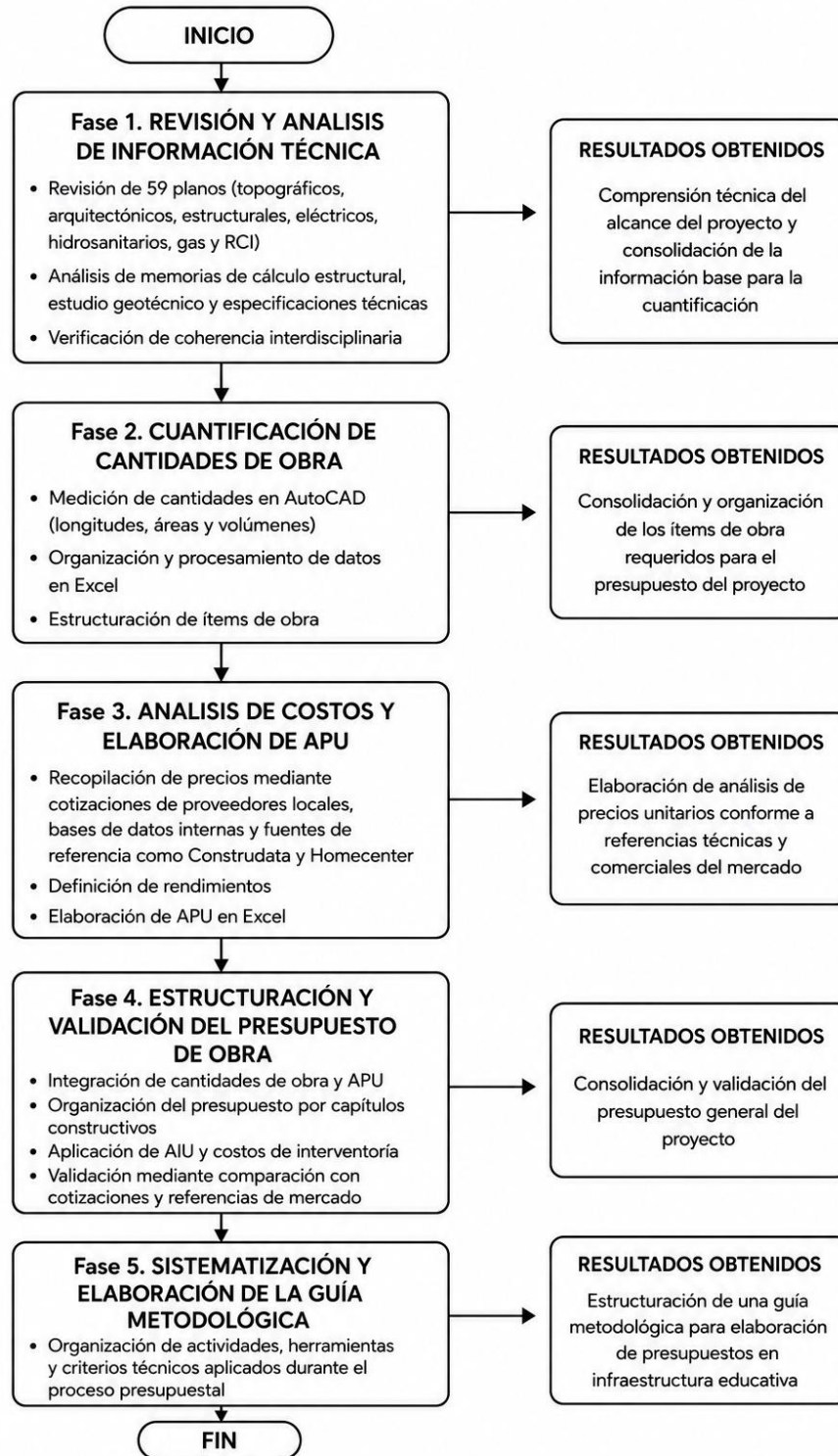
Concepto	Definición	Aplicación en el proyecto	Referencia
Análisis de Precios Unitarios (APU)	Herramienta que determina el costo de cada actividad constructiva mediante la descomposición en materiales, mano de obra, equipos y transporte.	Base para calcular los costos unitarios de cada ítem del presupuesto.	Sapag Chain (2011)
Cómputos métricos	Proceso de cuantificación de cantidades de obra a partir de planos y especificaciones técnicas.	Permite establecer las cantidades reales de obra necesarias para el proyecto.	Eastman et al (2011)
Costos directos	Costos asociados directamente a la ejecución de actividades constructivas, como materiales, mano de obra y equipos.	Determinan el costo base de cada actividad del proyecto.	Kerzner (2017)
Costos indirectos (AIU)	Gastos necesarios para la gestión del proyecto, como administración, imprevistos y utilidad.	Complementan el costo directo para obtener el valor total del presupuesto.	Kerzner (2017)
Rendimiento de obra	Relación entre la cantidad de trabajo ejecutado y los recursos utilizados en un tiempo determinado.	Permite calcular costos de mano de obra y equipos en los APU.	Project Management Institute (2021)
Precio unitario	Costo asignado a una unidad de medida de un ítem de obra, obtenido a partir del análisis de sus componentes.	Permite calcular el costo total multiplicando por las cantidades de obra.	Sapag Chain (2011)
Programación de obra	Planificación temporal de las actividades constructivas en función de recursos y tiempos.	Permite organizar la ejecución y relacionar costos con el tiempo.	Project Management Institute (2021)
Herramientas digitales (AutoCAD, Excel)	Software que facilita la cuantificación de cantidades y el procesamiento de información presupuestal.	Mejora la precisión y organización de los cálculos del proyecto.	Federación Colombiana de Ingenieros (2010)
Metodología BIM	Enfoque que integra la información del proyecto en un modelo digital, facilitando la cuantificación y estimación de costos.	Permite mejorar la coordinación y precisión en la estimación de cantidades y costos.	Eastman et al (2011)
Validación de precios	Proceso de verificación de costos mediante cotizaciones y análisis de mercado.	Garantiza que los costos del presupuesto reflejen condiciones reales del mercado.	Departamento Nacional de Planeación (2015)

6. Metodología.

El desarrollo del presente trabajo se fundamenta en un enfoque metodológico de tipo aplicado, orientado a la estimación de costos en el proyecto del establecimiento educativo José Antonio Galán a partir de la información técnica disponible en la etapa de consultoría. La metodología se estructuró en cinco fases secuenciales: i) Revisión y análisis de información técnica, ii) Cuantificación de cantidades de obra; iii) Análisis de costos y elaboración de Análisis de Precios Unitarios (APU), iv) Estructuración y validación del presupuesto de obra, v) Sistematización y elaboración de la guía metodológica. La metodología y resultados son presentados en el resumen realizado en la Figura 1.

6.1 Aspectos generales

En esta sección se presentan los aspectos generales asociados al desarrollo de la práctica empresarial y al proyecto de infraestructura educativa objeto de estudio. Se incluye una descripción de la empresa Constructora y Consultora PROBCI S.A.S., las principales características técnicas del proyecto y la estructura metodológica utilizada para la elaboración del presupuesto de obra.

Figura 1*Diagrama de flujo de la estructuración metodológica a través de fases*

6.1.1 Descripción de la empresa

La práctica empresarial se desarrolla en la empresa Constructora y Consultora PROBCI S.A.S., organización santandereana con más de 12 años de experiencia en el sector de la construcción y consultoría. La compañía se dedica a la formulación, estructuración y ejecución de proyectos de ingeniería civil, con énfasis en el desarrollo de estudios y diseños, así como en la elaboración de presupuestos de obra. Dentro de sus actividades principales se destacan la elaboración de cómputos métricos, análisis de precios unitarios (APU) y presupuestos de obra. Así mismo, la empresa participa en la gestión de proyectos de infraestructura, lo cual fortalece su capacidad técnica en la estimación de costos. La misión de PROBCI S.A.S. es promover e impulsar el desarrollo integral de sus clientes en los sectores público y privado, ofreciendo soluciones eficientes en consultoría, construcción y alquiler de maquinaria. Su visión se orienta a consolidarse como referente nacional en los sectores Oil & Gas, industrial y público, destacándose por la excelencia en la ejecución de proyectos y el cumplimiento riguroso de estándares.

En su trayectoria, PROBCI S.A.S. ha ejecutado proyectos institucionales, deportivos, urbanísticos e industriales. Así mismo, ha desarrollado consultorías de diseño estructural y arquitectónico para instituciones educativas y municipales, consolidando su experiencia en interventoría de proyectos de infraestructura de servicios públicos.

6.1.2 Características del proyecto educativo

El proyecto objeto de estudio correspondió al mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán, ubicado en el municipio de Barrancabermeja, en el barrio Pueblo Nuevo (Comuna 2), específicamente en la Calle 57 N. 13-23 (Figura 2). Esta institución forma en educación secundaria a la población del sector, por lo cual la intervención

propuesta buscó optimizar las condiciones físicas de sus instalaciones y mejorar la funcionalidad de los espacios, contribuyendo al fortalecimiento del entorno educativo.

Figura 2

Localización establecimiento educativo José Antonio Galán



Nota: La imagen representa la localización exacta de la institución educativa representada en el recuadro con contorno rojo. Tomada de Google Earth

El proyecto contempla una participación sobre un área total aproximada de 4229 m², de los cuales cerca de 1035 m² corresponden al área directamente a construir. La intervención se desarrolla principalmente en un solo nivel (primer piso) e incluye el mejoramiento y adecuación de diferentes zonas funcionales del establecimiento: zona polideportiva, el comedor escolar, el área de preparación, servicio de alimentos, baterías sanitarias y zonas de circulación.

En las **Tabla 5** y **Tabla 6** se presentan las principales características del proyecto educativo, incluyendo las áreas intervenidas y las especificaciones técnicas y constructivas, las cuales permiten dimensionar el alcance físico de la intervención.

Tabla 5

Características generales y áreas del proyecto

Elemento	Descripción	Área aprox (m ²)	Observaciones
Zona polideportiva	Área destinada a actividades recreativas y deportivas	395 – 561	Espacio principal del proyecto

Elemento	Descripción	Área aprox (m ²)	Observaciones
Comedor	Área destinada al consumo de alimentos	280	Asociado al servicio alimentario
Área de preparación de alimentos	Espacio para la manipulación y preparación de alimentos	82	Complementa el comedor
Baterías sanitarias	Unidades sanitarias para estudiantes	46 – 68	Incluye accesibilidad para PMR
Zonas de circulación	Espacios de tránsito interno	206	Conectividad entre áreas

Nota: Las áreas descritas permitieron establecer la magnitud del proyecto y constituyen la base para el proceso de cuantificación de cantidades de obra.

Tabla 6

Características técnicas y constructivas del proyecto

Componente	Descripción técnica	Especificaciones
Acabados de piso	Uso de concreto pulido y materiales de alto tráfico	Alta durabilidad en zonas de circulación
Cubierta polideportiva	Teja traslúcida reforzada	Iluminación natural y resistencia
Elementos metálicos	Uso en barandas y estructuras ligeras	Seguridad y funcionalidad
Sistema estructural	Pórticos en concreto reforzado (DMO)	Cumple NSR-10
Resistencia del concreto	Concreto estructural	$f'c = 24.5 \text{ MPa}$ (3500 psi)
Acero de refuerzo	Acero estructural	$f_y = 420 \text{ MPa}$
Cimentación	Zapatas aisladas con vigas de amarre	Profundidad aprox. 1.50 m
Cubierta estructural	Cerchas metálicas	Diseño por cargas muertas, vivas y viento
Redes hidrosanitarias	Sistema de abastecimiento, desagüe y evacuación de aguas lluvias	Diseño conforme a RAS vigente
Sistema eléctrico	Redes de alumbrado, tomacorrientes y distribución eléctrica	Cumplimiento RETIE y NTC 2050
Red contra incendios	Sistema de protección y control de incendios	Diseño según NSR-10 y normativa aplicable
Urbanismo exterior	Andenes, rampas, zonas de circulación y accesibilidad	Cumplimiento de criterios de accesibilidad universal
Componente arquitectónico	Distribución espacial, acabados y elementos funcionales	Cumplimiento de requerimientos pedagógicos y funcionales
Estudio geotécnico	Caracterización del suelo y parámetros de diseño	Recomendaciones para cimentación y estabilidad
Topografía	Levantamiento y replanteo del proyecto	Referenciado al sistema de coordenadas del proyecto

En conjunto, las características físicas y técnicas del proyecto evidencian que su desarrollo se fundamentó en un proceso integral de consultoría que incluyó estudios y diseños en topografía y geotecnia, así como el desarrollo de diseños arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios y eléctricos, además de la consideración de componentes ambientales y de seguridad. A partir de esta información técnica se realizaron los cálculos métricos, los análisis de precios unitarios y la consolidación del presupuesto del proyecto.

6.2 Fase 1. Revisión y análisis de información técnica

En esta fase se realizó la revisión detallada de la información técnica disponible del proyecto, con el fin de comprender el alcance de las obras, identificar los elementos constructivos y verificar la coherencia entre las diferentes disciplinas del diseño. Se analizaron un total de 59 planos técnicos, distribuidos de la siguiente manera: 5 planos de topografía, 8 arquitectónicos, 14 estructurales, 8 eléctricos, 8 hidrosanitarios, 5 de gas y 11 correspondientes a la red contra incendio (RCI). Adicionalmente, se revisaron las memorias de cálculo estructural, el estudio geotécnico y las especificaciones técnicas de cada especialidad, las cuales permitieron complementar la información gráfica y técnica del proyecto. Durante esta etapa, se identificaron inconsistencias y aspectos susceptibles de ajuste, los cuales fueron analizados en el marco de la coordinación interdisciplinaria.

6.3 Fase 2. Cuantificación de cantidades de obra

Con base en la información técnica revisada, se procedió a la cuantificación de las cantidades de obra del proyecto. Esta actividad se desarrolló mediante la medición directa sobre planos digitales utilizando el software AutoCAD®, lo que permitió determinar longitudes, áreas y volúmenes de los diferentes elementos constructivos.

Posteriormente, la información obtenida fue organizada y procesada en hojas de cálculo de Microsoft Excel, estructurando los cómputos métricos por actividades constructivas. Como resultado, se consolidó un total de 284 ítems de obra, asociados a un área de intervención de 1,035 m², garantizando la trazabilidad, control y verificación de las cantidades estimadas.

6.4 Fase 3. Análisis de costos y elaboración de Análisis de Precios Unitarios (APU)

En esta fase se realizó, en primera instancia, el análisis de costos de los recursos necesarios para la ejecución de las actividades constructivas, incluyendo materiales, mano de obra, equipos y herramientas. Para ello, se recopilaron precios a partir de cotizaciones directas de dos proveedores locales (Ferretería AR&SAN, Ferretería la 20 S.A.S, Electrifer Energía S.A.S, etc.), así como de la base de datos interna de la empresa PROBCI S.A.S. y fuentes de referencia del sector como Construdata, Homecenter y publicaciones especializadas como Ferretería al Día. Adicionalmente, los rendimientos de obra fueron definidos con base en manuales técnicos de rendimientos en construcción (Inacap Chillán, s.f.), así como en la experiencia obtenida en proyectos similares, bases de datos internas y especificaciones de fabricantes y proveedores.

6.5 Fase 4. Estructuración y validación del presupuesto de obra

Como fase final se estructuró el presupuesto del proyecto mediante la integración de las cantidades de obra y los costos unitarios obtenidos en los APU. La información se organizó en 11 capítulos de obra, agrupando las actividades de acuerdo con su naturaleza constructiva. Para la consolidación presupuestal se consideraron costos directos, administración, imprevistos y utilidad (AIU), así como los costos asociados a interventoría. Como parte del proceso de validación, los precios unitarios definidos en los APU fueron comparados con cotizaciones obtenidas de proveedores locales, referencias comerciales y bases de datos de costos de construcción. Este

procedimiento permitió identificar diferencias entre los valores inicialmente y los precios de mercado, realizando ajustes en aquellos casos donde variaciones eran relevantes.

6.6 Sistematización y elaboración de la guía metodológica

Finalmente, a partir de la experiencia obtenida durante el desarrollo del presupuesto del proyecto, se sistematizaron las actividades, herramientas y criterios técnicos empleados en cada una de las fases metodológicas. Este proceso permitió organizar de manera secuencial el procedimiento utilizado para la cuantificación de cantidades de obra, la elaboración de análisis de precios unitarios y la estructuración presupuestal. Como resultado, se elaboró una guía metodológica para la formulación de presupuestos en proyectos de infraestructura educativa, estructurada en las siguientes etapas: estructura general del proceso presupuestal, revisión y coordinación de información técnica, identificación y clasificación de actividades constructivas, elaboración de cálculos métricos, elaboración de análisis de precios unitarios (APU) y consolidación y validación del presupuesto.

7. Resultados y discusión

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la ejecución del proyecto, organizados en función de las fases metodológicas desarrolladas. Para cada fase se exponen los principales resultados alcanzados y su respectivo análisis, con el fin de evidenciar la relación entre la información técnica del proyecto y la estimación económica obtenida.

7.1 Fase 1: Revisión y análisis de información técnica.

La revisión de la información técnica permitió identificar algunos ajustes necesarios entre las diferentes disciplinas del proyecto, especialmente relacionados con la ubicación de elementos estructurales y redes técnicas. Entre las observaciones identificadas se encontraron interferencias puntuales entre vigas estructurales y recorridos de redes hidrosanitarias, así como diferencias en la localización de algunos elementos arquitectónicos respecto a los planos estructurales, las cuales requirieron revisión para garantizar la coherencia de la información utilizada en la cuantificación de obra.

Estas observaciones generaron ajustes en actividades asociadas a redes, elementos estructurales y acabados arquitectónicos, influyendo directamente en la definición de cantidades de obra consideradas posteriormente en el presupuesto. Asimismo, la revisión permitió verificar la articulación entre las diferentes especialidades técnicas del proyecto y consolidar una base de información más organizada para el desarrollo de los cálculos métricos y análisis de costos.

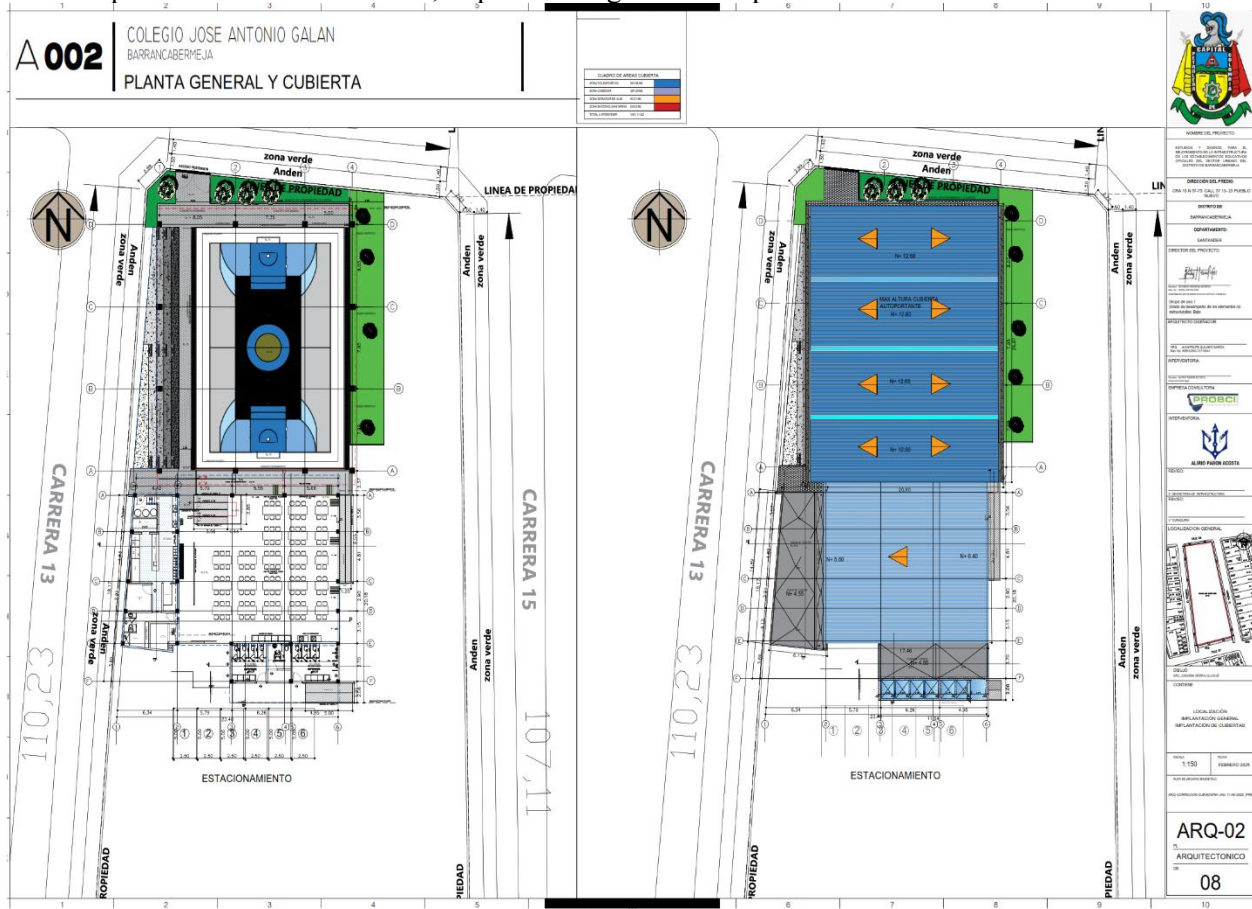
Desde el punto de vista presupuestal, la revisión técnica evidenció la importancia de contar con información coordinada entre disciplinas, debido a que diferencias en dimensiones, localización de elementos o especificaciones constructivas pueden generar variaciones en las cantidades de obra y afectar la estimación económica del proyecto.

Con el fin de ilustrar parte de la información técnica analizada, en la

Figura 3 presentan el plano arquitectónico de localización e implantación general. Es uno del plano que sirvió como base para la identificación de áreas intervenidas, distribución espacial del proyecto y definición de elementos constructivos considerados en los cálculos métricos. Los demás planos se encuentran en APÉNDICE B entregados junto a este documento.

Figura 3

Plano arquitectónico de localización, implantación general e implantación de cubiertas



Nota: Planos elaborados para el diseño arquitectónico del proyecto educativo

7.2 Fase 2: Cuantificación de cantidades de obra

Como resultado del proceso de cálculos métricos, se consolidó un total de 284 ítems de obra correspondientes a un área de intervención aproximada de 1035 m². Las cantidades obtenidas reflejan la magnitud del proyecto, destacándose actividades asociadas al movimiento de tierras,

estructuras en concreto reforzado, mampostería y acabados arquitectónicos. Entre los valores representativos se identificaron más de 500 m³ de excavación, entre 120 y 180 m³ de concreto estructural y entre 300 y 500 m² de mampostería. El análisis de las cantidades permitió identificar que los componentes estructurales, las obras de urbanismo y las actividades asociadas a redes hidrosanitarias y acabados presentaron una participación significativa dentro del proyecto, debido a la magnitud de las áreas intervenidas como la zona polideportiva, el comedor escolar y las baterías sanitarias. Adicionalmente, los ajustes realizados durante esta fase, derivados de la coordinación entre planos arquitectónicos, estructurales y de redes, permitieron mejorar la precisión de las cantidades consolidadas gracias a la corrección de las interferencias de cotas y cruces de redes, generando reducir posibles inconsistencias en la estimación presupuestal. En la **Tabla 7** se presenta un extracto de las cantidades de obra correspondientes a los capítulos de actividades preliminares, movimiento de tierras y parte del componente estructural. El reporte completo de cantidades de obra se encuentra incluido en el APÉNDICE C

Tabla 7*Segmento de recopilación de cómputos numérico*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNI	CANT TOTAL	POLIDE- PORTIVA	CANT COME- COC-BS
1.00	ACTIVIDADES PRELIMINARES				
1.10	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO CON EQUIPOS TOPOGRÁFICOS.	M2	1,396.04	453.53	942.51
1.20	CERRAMIENTO PROVISIONAL EN LAMINA DE ZINC (Incluye desmantelamiento).	ML	133.79	0.00	133.79
1.30	CAFETERÍA PROVISIONAL (Caseta).	MES	9.00	0.00	9.00
1.40	DESCAPOTE Y LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO CON ESPESOR HASTA DE 10 CM (Incluye retiro de material sobrante).	M2	428.98	428.98	0.00
1.50	TALA DE ARBOLES CON ALTURA DE 1 A 3 M (Incluye retiro de material sobrante).	UND	1.00	1.00	0.00
1.60	TALA DE ARBOLES CON ALTURA MAYOR A 3 M (Incluye retiro de material sobrante).	UND	10.00	10.00	0.00
1.70	DEMOLICIÓN Y RETIRO DE EDIFICACIÓN EXISTENTE (Incluye el desmonte de cubierta, estructura de soporte de cubierta, cielo raso, ventiladores, redes eléctricas, redes hidrosanitarias, puertas y ventanas, rejas, portones; Incluye retiro de material).	M2	144.61	0.00	144.61

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNI	CANT TOTAL	POLIDE- PORTIVA	CANT COME- COC-BS
1.80	DEMOLICIÓN DE PISOS EXISTENTES (Espesor hasta 12 cm).	M2	800.14	453.62	346.52
1.90	DEMOLICIÓN MAMPOSTERÍA (Incluye cimentación).	M2	12.00	12.00	0.00
1.10	DEMOLICIÓN Y RETIRO DE GRADERÍA POLIDEPORTIVO (Incluye cimentación).	M2	22.12	22.12	0.00
1.11	DESMONTE Y RETIRO DE CERRAMIENTO METÁLICO (Incluye cimentación).	M2	125.63	125.63	0.00
1.12	DESMONTE Y RETIRO DE POSTES Y LUMINARIAS.	UND	14.00	14.00	0.00
1.13	DESMONTE Y RETIRO DE ARCOS METÁLICOS EN POLIDEPORTIVO.	UND	2.00	2.00	0.00
1.14	DESMONTE Y RETIRO DE PORTÓN DOS HOJAS.	UND	1.00	1.00	0.00
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.10	EXCAVACIÓN MANUAL DE MATERIAL COMÚN DE 0 - 1.7M.	M3	310.54	179.75	130.79
2.20	EXCAVACIÓN MANUAL DE MATERIAL COMÚN DE 1.71 - 3.0M.	M3	42.32	42.32	0.00
2.30	EXCAVACIÓN A MÁQUINA DE MATERIAL COMÚN.	M3	208.93	0.00	208.93
2.40	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL DE PRÉSTAMO (Recebo).	M3	842.25	268.29	573.96
2.50	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON SUBBASE GRANULAR.	M3	37.03	37.03	0.00
2.60	CARGUE Y RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE Y DE ESCOMBROS.	M3	820.33	596.17	224.16
3.00	ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO, ACERO Y ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES				
3.10	CONCRETO				
3.1.1	CONCRETO DE 2000 PSI, CLASE F, PARA SOLADO PARA PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN esp. 0.05m.	M2	252.02	83.27	168.75
3.1.2	CONCRETO CICLÓPEO (50% concreto 3500 PSI, 50% bolo).	M3	46.21	46.21	0.00
3.1.3	CONCRETO DE 3500 PSI PARA ZAPATAS DE CIMENTACIÓN (No incluye acero de refuerzo).	M3	11.52	11.52	0.00
3.1.4	CONCRETO DE 3500 PSI PARA VIGA DE CIMENTACIÓN 0.30X0.40M (No incluye acero de refuerzo).	ML	88.74	88.74	0.00
3.1.5	CONCRETO DE 3500 PSI PARA VIGA DE ENLACE DE 0.40X0.60 - 0.40x0.50 (No incluye acero de refuerzo).	ML	12.60	12.60	0.00
3.1.6	CONCRETO DE 3500 PSI PARA VIGA AÉREA 0.40X0.50 (No incluye acero de refuerzo).	ML	183.28	183.28	0.00
3.1.7	CONCRETO DE 3500 PSI PARA COLUMNAS 0.50X0.50 (No incluye acero de refuerzo).	ML	76.80	76.80	0.00

7.3 Fase 3: Análisis de costos y elaboración de APU

A partir de las cantidades de obra definidas, se elaboraron 284 análisis de precios unitarios, los cuales permitieron establecer los costos unitarios de cada actividad constructiva. Los resultados obtenidos muestran que los materiales y la mano de obra representan los componentes de mayor incidencia en el costo directo, particularmente en actividades estructurales y de acabados. Como ejemplo representativo, en la **Tabla 8** se presenta el análisis correspondiente al concreto de 3500

PSI para zapatas de cimentación, el cual arrojó un costo de \$926.986 por m³, evidenciando una alta participación de los materiales dentro del costo total, seguido por la mano de obra. El análisis global de los APU permitió identificar la influencia que tienen las variaciones en los precios de materiales, mano de obra y rendimientos de ejecución sobre los costos del proyecto, evidenciando la importancia de contar con información actualizada durante el proceso de presupuestación. Todos los APU'S del proyecto se entrega en el APÉNDICE D entregados en junto a este documento.

Tabla 8*APU de Concreto de 3500 PSI para zapatas de cimentación*

UNIDAD:						
ITEM:	3.1.03	CONCRETO DE 3500 PSI PARA ZAPATAS DE CIMENTACIÓN (No incluye acero de refuerzo).				M3
E		EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS				
Codigo	DESCRIPCION	UNID.	REND.		VR. UN.	VR. PARCIAL
EHM	HERRAMIENTA MENOR	%MO	10%		\$ 152,635	\$ 15,263.50
ER04	VIBRADOR DE CONCRETO	DIA	5.00		\$ 59,500	\$ 11,900.00
SUB-TOTAL E						\$ 27,164.00
I		INSUMOS Y/O MATERIALES				
Codigo	DESCRIPCION	UNID.	CANT	DESPERDICIO	VR. UN.	VR. PARCIAL
IO013	CONCRETO PRE-MEZCLADO DE 3500PSI	M3	1.00	3%	\$ 650,038	\$ 669,538.63
IM023	TABLA DE MADERA ORDINARIA 0.30X3m	DCNA	0.20	3%	\$ 360,000	\$ 74,160.00
IF014	CAJA PUNTILLA DE 3"X 400 GRS	CJ	0.40	3%	\$ 8,468	\$ 3,488.83
SUB-TOTAL I						\$ 747,187.00
T		TRANSPORTE				
Codigo	DESCRIPCION	UNID.	M3		VR. UN.	VR. PARCIAL
SUB-TOTAL T						\$ 0.00
M		MANO DE OBRA				
Codigo	DESCRIPCION	UNID.	CANT	REND.	VR. DIA INTEGRAL	VR. PARCIAL
MOF	Oficial	DIA	1.00	5.0	\$ 144,932	\$ 28,986.40
MAY	Ayudante civil	DIA	5.00	5.0	\$ 123,648	\$ 123,648.33
SUB-TOTAL M						\$ 152,635.00
COSTO DIRECTO				E+I+T+M		\$ 926,986.00

Nota: Elaborado a partir de la información brindada por PROBCI S.A.S.

7.4 Fase 4: Estructuración y validación de presupuesto

Como resultado de la integración de las cantidades de obra y los análisis de precios unitarios, se estructuró el presupuesto general del proyecto, organizado en once capítulos constructivos que agrupan las actividades de acuerdo con su naturaleza y función dentro del

proceso constructivo. Esta estructuración permitió clasificar, organizar y analizar los costos de manera sistemática, facilitando la comprensión global del componente económico del proyecto.

El presupuesto consolidado arrojó un costo directo de \$4.240.952.338, al cual se le incorporaron los costos indirectos correspondientes a Administración, Imprevistos y Utilidad (AIU) del 35% definido conforme a los lineamientos y criterios establecidos por la entidad contratante para este tipo de proyectos, obteniendo un valor total de \$4.843.336.757. Adicionalmente, se incluyó el porcentaje correspondiente a interventoría del 10%, permitiendo estimar el costo total del proyecto bajo condiciones reales de ejecución.

El análisis de la distribución de costos evidenció que los capítulos asociados a estructuras de hormigón armado, acero y elementos no estructurales presentan la mayor participación económica dentro del presupuesto, con un valor aproximado de \$1.408.534.698, seguido por el capítulo de arquitectura y acabados con \$598.305.360, y las instalaciones eléctricas con \$303.044.552. Estos resultados reflejan que la mayor incidencia económica del proyecto se concentra en los componentes estructurales y de acabado, lo cual es coherente con la naturaleza de la intervención, orientada a garantizar tanto la estabilidad estructural como la funcionalidad de los espacios. Para representar los resultados anteriormente mencionados, a continuación, la **Tabla 9** presenta un resumen de los valores de cada capítulo que formaron el presupuesto.

Tabla 9

Consolidación de presupuesto por capítulos y valores finales

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VR. PARCIAL POLIDEPORTIVA	VR. PARCIAL COMEDOR- COCINA-BS	VR. PARCIAL TOTAL
1.00	ACTIVIDADES PRELIMINARES	\$ 61,266,849.00	\$ 53,255,657.00	\$ 114,522,506.00
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRA	\$ 99,121,820.00	\$ 85,462,379.00	\$ 184,584,201.00
3.00	ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO, ACERO Y ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	\$ 777,208,739.00	\$ 631,325,961.00	\$ 1,408,534,698.00
3.1	CONCRETO	\$ 249,277,826.00	\$ 252,492,704.00	\$ 501,770,530.00
3.2	ACERO	\$ 526,095,773.00	\$ 288,912,053.00	\$ 815,007,824.00
3.3	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	\$ 1,835,140.00	\$ 6,044,048.00	\$ 7,879,188.00

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VR. PARCIAL POLIDEPORTIVA	VR. PARCIAL COMEDOR-COCINA-BS	VR. PARCIAL TOTAL
3.4	ESTRUCTURA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA Y CUARTO DE BOMBAS	\$ -	\$ 83,877,156.00	\$ 83,877,156.00
4.00	MAMPOSTERÍA Y FRISOS	\$ 40,542,821.00	\$ 108,398,932.00	\$ 148,941,753.00
5.00	ARQUITECTURA Y ACABADOS	\$ 169,677,819.00	\$ 428,627,540.00	\$ 598,305,360.00
5.1	CARPINTERÍA EN ACERO, ALUMINIO Y MADERA	\$ 1,435,018.00	\$ 147,428,699.00	\$ 148,863,717.00
5.2	CARPINTERÍA EN GRANITO	\$ -	\$ 26,259,141.00	\$ 26,259,141.00
5.3	PISOS Y MUROS (ACABADOS)	\$ 50,326,983.00	\$ 113,288,625.00	\$ 163,615,609.00
5.4	CUBIERTA	\$ -	\$ 94,983,640.00	\$ 94,983,640.00
5.5	ELEMENTOS SANITARIOS Y DE COCINA	\$ -	\$ 46,667,435.00	\$ 46,667,435.00
5.6	URBANISMO	\$ 117,915,818.00	\$ -	\$ 117,915,818.00
6	RED HIDRÁULICA	\$ -	\$ 81,778,644.00	\$ 81,778,644.00
6.1	INSTALACIONES HIDRÁULICAS	\$ -	\$ 40,157,964.00	\$ 40,157,964.00
6.2	CUARTO DE BOMBAS	\$ -	\$ 41,620,680.00	\$ 41,620,680.00
7	RED SANITARIA	\$ -	\$ 109,472,924.00	\$ 109,472,924.00
7.1	INSTALACIONES SANITARIAS	\$ -	\$ 46,092,922.00	\$ 46,092,922.00
7.2	ALCANTARILLADO	\$ -	\$ 63,380,002.00	\$ 63,380,002.00
8	SISTEMA COMPLEMENTARIO CONTRA INCENDIOS	\$ -	\$ 16,851,771.00	\$ 16,851,771.00
9	INSTALACIONES DE GAS	\$ -	\$ 20,079,499.00	\$ 20,079,499.00
10	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	\$ 58,168,141.00	\$ 244,876,411.00	\$ 303,044,552.00
10.1	ACTIVIDADES PRELIMINARES	\$ -	\$ 1,922,567.00	\$ 1,922,567.00
10.2	REDES DE BAJA TENSIÓN	\$ -	\$ 152,010,110.00	\$ 152,010,110.00
10.3	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y SUBACOMETIDAS	\$ -	\$ 17,975,334.00	\$ 17,975,334.00
10.4	INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERNAS	\$ -	\$ 70,757,530.00	\$ 70,757,530.00
10.5	CUBIERTA	\$ 25,695,367.00	\$ -	\$ 25,695,367.00
10.6	SISTEMA DE COMUNICACIONES - (SOLO INFRAESTRUCTURA)	\$ -	\$ 2,210,870.00	\$ 2,210,870.00
10.7	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA, APANTALLAMIENTO Y PROTECCIÓN CONTRA RAYOS	\$ 32,472,774.00	\$ -	\$ 32,472,774.00
11	ELEMENTOS FACHADAS	\$ 136,197,380.00	\$ 19,132,888.00	\$ 155,330,268.00
		POLIDEPORTIVA	COMEDOR-COCINA-BS	PROYECTO COMPLETO
SUB TOTAL DE LA OBRA		\$ 1,342,183,569.00	\$ 1,799,262,607.00	\$ 3,141,446,176.00
Administración	29%	\$ 389,233,235.00	\$ 521,786,156.00	\$ 911,019,391.00
Imprevistos	1%	\$ 13,421,836.00	\$ 17,992,626.00	\$ 31,414,462.00
Utilidad	5%	\$ 67,109,178.00	\$ 89,963,131.00	\$ 157,072,309.00

VLR. TOTAL DE LA OBRA	\$ 1,811,947,818.00	\$ 2,429,004,520.00	\$ 4,240,952,338.00
Dotación	\$ -	\$ 40,429,250.00	\$ 40,429,250.00
Plan de manejo ambiental (PMA)	\$ 19,399,920.00	\$ 26,006,539.00	\$ 45,406,459.00
Plan de manejo de tránsito (PMT)	\$ 8,222,588.00	\$ 11,022,780.00	\$ 19,245,368.00
RETIE Y RETILAB	\$ 20,508,011.00	\$ 27,491,989.00	\$ 48,000,000.00
Transmite ante OPR incluye. radicación de proyecto y derecho de conexión.	\$ -	\$ 9,000,000.00	\$ 9,000,000.00
VLR. TOTAL DE LA OBRA - LEGALIZACIONES	\$ 1,860,078,337.00	\$ 2,542,955,078.00	\$ 4,403,033,415.00
INTERVENTORÍA	10%	\$ 254,295,508.00	\$ 440,303,342.00
VALOR TOTAL DEL PROYECTO	\$ 2,046,086,171.00	\$ 2,797,250,586.00	\$ 4,843,336,757.00

Nota: El presupuesto completo se puede encontrar en el APÉNDICE D

Asimismo, la organización del presupuesto por capítulos permitió identificar la distribución de los costos y establecer una base clara para el control financiero del proyecto. Adicionalmente, se realizó el análisis de la participación porcentual de cada capítulo respecto al costo total del proyecto, evidenciando la predominancia del componente estructural, mientras que otros capítulos como el sistema complementario contra incendios presentan una menor incidencia debido al menor volumen de actividades y a la variabilidad de sus componentes.

En relación con la validación del presupuesto, los valores unitarios obtenidos en los APU fueron comparados con cotizaciones suministradas por proveedores locales de materiales de construcción, entre ellos Homecenter, depósitos de materiales de la zona, y base de datos Construdata. para contrastar los valores obtenidos.

7.5 Fase 5: Guía metodológica para la elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura educativa

Como resultado de las actividades desarrolladas durante la práctica empresarial realizada en la empresa PROBCI S.A.S., se elaboró una guía metodológica orientada a la estructuración de presupuestos en proyectos educativos. La guía fue construida a partir de la experiencia adquirida durante la elaboración del presupuesto de la infraestructura educativa José Antonio Galán,

permitiendo organizar de manera secuencial las actividades, criterios técnicos y mecanismos de control aplicados durante el proceso presupuestal.

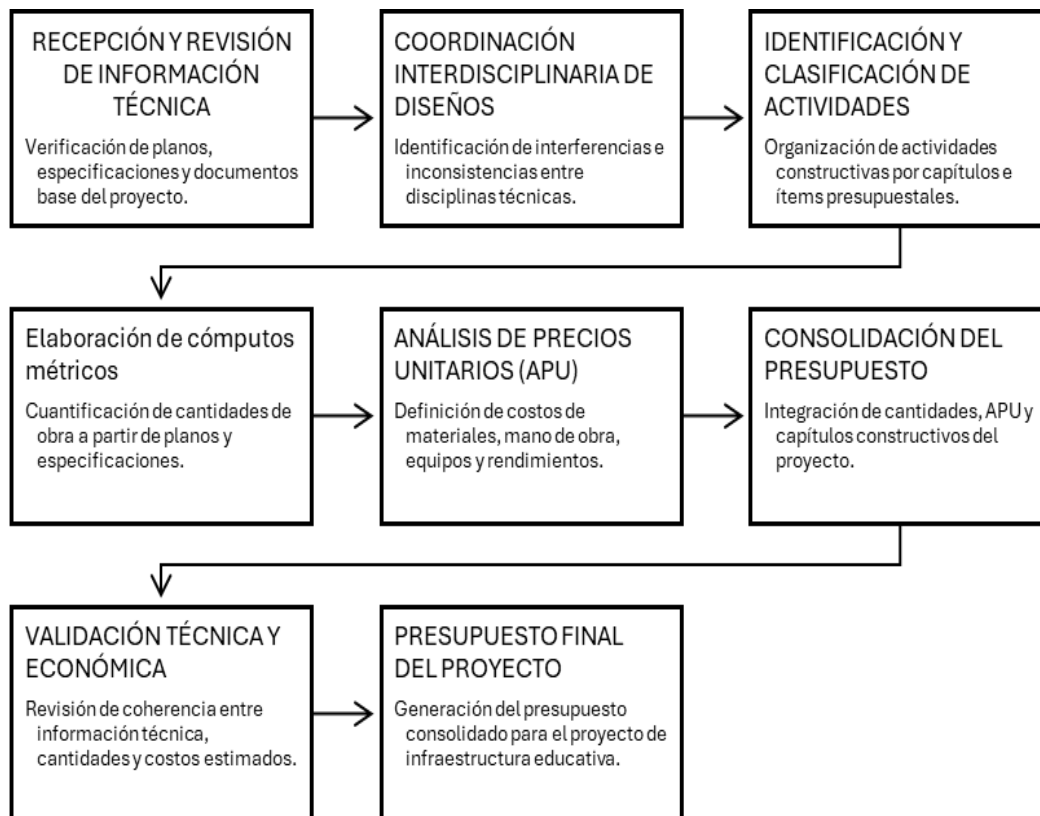
La guía integra las principales etapas identificadas durante el desarrollo del proyecto, incluyendo la revisión y coordinación de información técnica, la cuantificación de cantidades de obra, la elaboración de análisis de precios unitarios y la consolidación y validación del presupuesto. Para apreciar lo anteriormente descrito, en la Figura 4 se presenta un diagrama de flujo de todo el proceso.

NOTA: Debido a su extensión, el contenido completo de la guía metodológica se presenta en los apéndices del trabajo y pueden visualizarse en la base de datos de la Biblioteca UIS.

APÉNDICE A

Figura 4

Diagrama de flujo del proceso presupuestal



8. Conclusiones

Se cumplió el objetivo general del trabajo mediante la formulación de una guía metodológica para la elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura educativa, construida a partir de la experiencia adquirida durante la práctica empresarial y de la aplicación del proceso presupuestal en un proyecto real. La guía integra las etapas de revisión técnica, cuantificación de cantidades de obra, elaboración de análisis de precios unitarios, consolidación presupuestal y validación de costos, proporcionando un procedimiento estructurado que facilita la organización, trazabilidad y confiabilidad de la información requerida para la estimación económica de proyectos de infraestructura educativa.

La cuantificación de cantidades de obra constituyó la base técnica del proceso de presupuestación, debido a que la precisión de los cálculos condiciona directamente la confiabilidad de los resultados económicos obtenidos. La revisión de más de 50 planos técnicos y la estructuración de 284 ítems de obra permitieron evidenciar la importancia de la coordinación entre disciplinas y de la verificación permanente de la información técnica para reducir inconsistencias durante la estimación de cantidades.

Los análisis de precios unitarios permitieron determinar los costos directos de las actividades constructivas e identificar la incidencia de sus diferentes componentes. Se evidenció que los materiales representan el mayor peso económico en actividades estructurales, mientras que los rendimientos de mano de obra constituyen uno de los factores más sensibles dentro del proceso de presupuestación debido a su influencia directa sobre los costos unitarios.

La estructuración del presupuesto general permitió integrar de manera coherente la información de cantidades de obra y costos unitarios, obteniendo una estimación económica aproximada de \$4,8 mil millones. El análisis por capítulos evidenció que los componentes

estructurales y de acabados concentran la mayor participación económica del proyecto, mientras que la incorporación de costos indirectos asociados al AIU (35%) y la interventoría permitió aproximar el presupuesto a condiciones reales de ejecución.

Se concluye que la integración entre los estudios y diseños técnicos, la cuantificación de cantidades de obra, la validación de costos y la estructuración presupuestal constituye un factor fundamental para mejorar la planeación y gestión de proyectos de infraestructura educativa. En este sentido, la aplicación de metodologías estandarizadas y procesos de coordinación interdisciplinaria contribuye a fortalecer la confiabilidad de las estimaciones económicas y la toma de decisiones durante las etapas de consultoría y ejecución.

9. Recomendaciones

- A partir de la experiencia adquirida durante el desarrollo del presente trabajo y de los aspectos identificados durante la elaboración del presupuesto del proyecto de infraestructura educativa, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la confiabilidad, organización y control de los procesos de presupuestación.
- Se recomienda fortalecer los procesos de revisión, validación e integración de la información técnica antes de iniciar la cuantificación de cantidades de obra. La experiencia obtenida evidenció que las diferencias entre planos arquitectónicos, estructurales y de redes, así como las modificaciones realizadas durante el desarrollo de los diseños, pueden generar variaciones significativas en las cantidades y afectar la precisión del presupuesto final.
- Resulta fundamental promover mecanismos permanentes de coordinación interdisciplinaria entre las diferentes especialidades técnicas involucradas en el proyecto. La interacción continua entre arquitectura, estructura y redes permite identificar interferencias, verificar la coherencia de la información y reducir inconsistencias que puedan generar reprocesos durante la estructuración presupuestal.
- Se recomienda implementar procedimientos estandarizados para la elaboración de cómputos métricos, análisis de precios unitarios y consolidación presupuestal, apoyados en formatos estructurados, memorias de cálculo y herramientas de control documental. Estas prácticas facilitan la trazabilidad de la información, la verificación de cantidades y la validación de los resultados obtenidos.
- Es recomendable mantener actualizadas las fuentes de información de costos mediante la consulta periódica de bases de datos especializadas, referencias comerciales y cotizaciones de

proveedores. Asimismo, se debe prestar especial atención a la definición de rendimientos de mano de obra y equipos, debido a la incidencia que estos parámetros tienen sobre los costos unitarios y el presupuesto general del proyecto.

- Finalmente, se recomienda fortalecer la articulación entre los procesos de diseño y estimación de costos mediante el uso de herramientas digitales y metodologías de gestión de información, como BIM (Building Information Modeling), que contribuyan a mejorar la coordinación técnica, optimizar los procesos de cuantificación y reducir inconsistencias durante las etapas de diseño, presupuestación y planeación de proyectos de infraestructura educativa.

Referencias Bibliográficas

- Autodesk. (2023). AutoCAD user guide. <https://www.autodesk.com>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). Infraestructura educativa en América Latina. BID.
- Congreso de la República de Colombia. (1993). Ley 80 de 1993. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. Bogotá, Colombia.
- Congreso de la República de Colombia. (1997). Ley 400 de 1997. Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes. Bogotá, Colombia.
- Congreso de la República de Colombia. (2007). Ley 1150 de 2007. Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993. Bogotá, Colombia.
- Construdata. (2024). Base de datos de precios de construcción. <https://www.construdata.com>
- Departamento Nacional de Planeación. (2015). Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión pública. Bogotá, Colombia.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons.
- Federación Colombiana de Ingenieros. (2010). Manual de costos y presupuestos de obra civil. Bogotá, Colombia.
- Homecenter. (2024). Catálogo de materiales de construcción. <https://www.homecenter.com.co>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá, Colombia.
- Kerzner, H. (2017). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (12th ed.). Wiley.
- Ministerio de Educación Nacional. (2015). Lineamientos para el mejoramiento de infraestructura educativa en Colombia. Bogotá, Colombia.
- PROBCI S.A.S. (2024). Base de datos interna de precios y rendimientos. Documento interno no publicado.
- Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.). PMI.
- Sapag Chain, N. (2011). Preparación y evaluación de proyectos. McGraw-Hill.
- UNESCO. (2015). School infrastructure and learning environments. UNESCO.

Apéndices

APÉNDICE A. Guía metodológica para la elaboración de presupuestos en proyectos de infraestructura educativa.

APÉNDICE B. Planos de diseño utilizados para la cuantificación de cantidades de obra y la estructuración del presupuesto del proyecto de mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán.

APÉNDICE C. Cómputos métricos consolidados del proyecto de mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán.

APÉNDICE D. Presupuesto general y análisis de precios unitarios (APU) del proyecto de mejoramiento de la infraestructura del establecimiento educativo José Antonio Galán.

NOTA: Los apéndices puede ser consultados como material suplementario al presente documento y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS