

Práctica empresarial en la Universidad de Pamplona como auxiliar de ingeniería civil de
la Oficina de Planeación en el área de gestión de proyectos de construcción

Erika Alejandra Bautista Rico

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniera Civil

Director

Vladimir Ernesto Merchán Jaimes

Ph. D. en Ingeniería del Terreno Cartográfica y Geofísica

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Ingeniería Civil
Bucaramanga

2021

Dedicatoria

A mis padres, hermanos y sobrinas.

Por ser la luz de mi vida y el motor de mi existencia. Las personas que día a día me entregan su amor incondicional, caminan de la mano junto a mí y hacen que mi vida sea feliz. Su apoyo incansable y su motivación son la razón de mis logros. A ustedes, que son mi inspiración y fortaleza para salir adelante y dar siempre lo mejor de mí.

A mi hermano Leonardo.

Mi ángel guardián que desde el cielo me acompaña, protege y guía cada paso. En todo momento, tu amor me sostiene, fortalece y ampara. A ti, que siempre has estado presente en cada logro.

A mi abuelo Felipe.

A ti abuelo, por ser ejemplo de trabajo y honestidad. Ahora ves cumplir tu sueño desde la eternidad.

Agradecimientos

A Dios, por su amor y bendición en cada instante de mi vida, quién siempre está allí,
iluminando mi camino.

A mi familia, por su amor, sacrificio, apoyo y motivación incondicional; son mi vida y
gracias a ustedes cumplimos este sueño.

A mi director de proyecto, Profesor Vladimir Ernesto Merchán Jaimes, por dirigir, desde
el inicio, la ejecución del trabajo de grado; gracias por ser mi ejemplo a seguir, por el apoyo,
tiempo, y dedicación.

Al ingeniero Céudiel Iván Mantilla García y la ingeniera Katherine García Pabón por su
disposición, acompañamiento y aprendizaje brindado durante la práctica empresarial.

A la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, por ser el
mejor espacio de conocimiento, aprendizaje y formación integral, tanto profesional como
personal, que haya podido tener.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos.....	14
1.1 Objetivo General	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Metodología	15
3. Descripción de los proyectos	19
3.1 Descripción de la Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona	19
3.2 Descripción de los proyectos	21
3.2.1 Cambio del transformador ubicado en el Bloque Eduardo Cote Lamus del Campus principal	23
3.2.2 Cambio de redes eléctricas en la Granja Experimental y Centro de Recreación Villa Marina	24
3.2.3 Construcción Litoteca en el campus Villa del Rosario	24
3.2.4 Adecuación del bloque José Rafael Faria Bermúdez para el traslado del área académico-administrativa en el Campus principal.....	25
3.2.5 Adecuación de la parte administrativa de Biblioteca José Rafael Faria en Sede Virgen del Rosario y para las actividades complementarias de la Biblioteca Virgen del Rosario en la misma sede	25

3.2.6 Adecuación del Laboratorio para el diagnóstico, tratamiento, contención y monitoreo de agentes biológicos con alto riesgo para la salud humana, en el Campus principal de la Institución	26
3.2.7 Construcción Edificio de Bienestar Universitario	27
3.2.8 Construcción de la Nueva Biblioteca bajo el concepto de amplia cobertura y conectividad, ubicada en el Campus principal	28
3.2.9 Construcción de la primera fase del coliseo cubierto, ubicado en la Sede Virgen del Rosario de la Universidad de Pamplona.....	30
4. Resultados	31
4.1 Estudio de precios de referencia del mercado.....	31
4.1.1 Estudio de precios para el proyecto Cambio del transformador ubicado en el Bloque Eduardo Cote Lamus del Campus Principal	31
4.1.2 Estudio de precios para el proyecto Cambio de redes eléctricas en la Granja Experimental y Centro de Recreación Villa Marina	32
4.1.3 Estudio de precios para el proyecto Construcción Litoteca en el campus Villa del Rosario	34
4.1.4 Estudio de precios para el proyecto Adecuación del bloque José Rafael Faria Bermúdez para el traslado del área académico-administrativa en el Campus principal	36
4.2 Elaboración de Presupuestos de referencia.....	38
4.2.1 Presupuesto de referencia Proyecto Segunda Fase Adecuaciones locativas del bloque José Rafael Faria Bermúdez para el traslado del área académico-administrativa en el Campus Principal	38
4.2.2 Presupuesto de referencia Proyecto Adecuación de la parte administrativa de Biblioteca José Rafael Faria en Sede Virgen del Rosario y para las actividades complementarias de la	

Biblioteca Virgen del Rosario en la misma sede	39
4.2.3 Presupuesto de referencia Proyecto Adecuación del Laboratorio para el diagnóstico, tratamiento, contención y monitoreo de agentes biológicos con alto riesgo para la salud humana, en el Campus Principal de la Institución.....	41
4.3 Revisión del presupuesto del Proyecto Construcción Edificio Bienestar Universitario.....	42
4.4 Cálculo de cantidades de obra para el proyecto Construcción de la Nueva Biblioteca bajo el concepto de amplia cobertura y conectividad, ubicada en el Campus Principal	43
4.5 Actividades de apoyo en la elaboración y revisión de las actas administrativas	43
5. Actividad complementaria	44
6. Conclusiones	48
Referencias Bibliográficas	51

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Resumen de costos - Proyecto Segunda Fase Adecuaciones locativas del Bloque José Rafael Faria Bermúdez para el traslado del área académico-administrativa en el Campus principal	39
Tabla 2 Resumen de costos - Adecuación de la parte administrativa de Biblioteca José Rafel Faria en Sede Virgen del Rosario	40
Tabla 3 Resumen de costos - Adecuación del Laboratorio para el diagnóstico, tratamiento, contención y monitoreo de agentes biológicos con alto riesgo para la salud humana, en el Campus principal de la Institución	42
Tabla 4 Resultados ensayo de resistencia a la compresión del concreto para placa de concreto de 3000 psi e = 0.12 m Coliseo Cubierto Sede Virgen del Rosario	47

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Campus principal de la Universidad de Pamplona.....	21
Figura 2 Ubicación de Pamplona, N. de S. en el Mapa de Colombia.....	22
Figura 3 Planos arquitectónicos Proyección rampa y toma de muestras COVID-19.....	27
Figura 4 Plano arquitectónico Fachada principal frontal Edificio Bienestar Universitario.....	28
Figura 5 Render Nueva Biblioteca.....	29
Figura 6 Coliseo Cubierto Sede Virgen del Rosario.....	30
Figura 7 Gráfico de barras resumen: Cotización de materiales para Cambio de transformador ..	32
Figura 8 Esquema general para el Estudio de precios de referencia del mercado	33
Figura 9 Gráfico de barras resumen: Cambio de redes parciales Villa Marina	34
Figura 10 Gráfico de barras resumen: Cotización de materiales Construcción Litoteca Villa del Rosario	35
Figura 11 Gráfico de barras resumen: Cotización Adecuación de Bloque José Rafael Faria Bermúdez	37
Figura 12 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	45
Figura 13 Modo de falla en probeta de concreto	46
Figura 14 Especificaciones técnicas del concreto de 3000 psi Tipo Bombeo con grava 3/4"	48

Lista de Apéndices

(Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la Biblioteca UIS)

Apéndice A. Estudio de precios Cambio del transformador.

Apéndice B. Estudio de precios Cambio de redes eléctricas Villa Marina.

Apéndice C. Estudio de precios Construcción Litoteca Villa del Rosario.

Apéndice D. Estudio de precios Adecuación del Bloque José Rafael Faria Bermúdez.

Apéndice E. Presupuestos Segunda Fase Adecuaciones locativas José Rafel Faria.

Apéndice F. Presupuesto Adecuación de la parte administrativa de Biblioteca en Sede Virgen del Rosario.

Apéndice G. Presupuesto Adecuación del Laboratorio COVID-19.

Apéndice H. Revisión Presupuesto Construcción Edificio Bienestar Universitario.

Apéndice I. Cálculo de cantidades de obra Proyecto Construcción Nueva Biblioteca.

Apéndice J. Tabla revisión de cantidades de obra Proyecto Construcción Nueva Biblioteca.

Apéndice K. Porcentaje ejecutado Construcción Coliseo Virgen del Rosario.

Apéndice L. Resultados de ensayo de resistencia al concreto 3000 psi.

Resumen

Título: Práctica empresarial en la Universidad de Pamplona como auxiliar de ingeniería civil de la Oficina de Planeación en el área de gestión de proyectos de construcción*

Autor: Erika Alejandra Bautista Rico**

Palabras Clave: Planeación, Gestión, Costos, Análisis de Precios Unitarios, Presupuestos, Contratos, Actas.

Descripción: El presente trabajo tiene por objetivo exponer las actividades llevadas a cabo en la Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona, durante la realización de la práctica empresarial como auxiliar de Ingeniería Civil en la división de Planeación Física, mediante labores de apoyo en el área de Gestión de Proyectos de Construcción. Su estructura se basa en la presentación de la descripción de los proyectos sobre los que se efectuaron actividades relacionadas con la gestión del costo, la metodología para el desarrollo de las tareas asignadas y los resultados correspondientes a estudios de precios de referencia del mercado, elaboración de presupuestos de referencia, cálculo de cantidades de obra, revisión de presupuestos oficiales y revisión de actas para los proyectos de obra pública gestionados por la administración de la Universidad de Pamplona, en el marco del Plan de Desarrollo Institucional; destacando la importancia de la planeación del costo para lograr, de manera eficiente y eficaz, los objetivos propuestos para los proyectos de construcción en fase de planeación o ejecución llevados a cabo para la ampliación, mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura del Campus. Adicionalmente, se presentan los resultados del ensayo de resistencia a la compresión para un concreto de planta, en la línea del control de calidad a los proyectos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Vladimir Ernesto Merchán Jaimes. Ph. D. en Ingeniería del Terreno Cartográfica y Geofísica.

Abstract

Title: Business internship at the University of Pamplona as a civil engineering assistant at the Planning Office in the area of construction project management*

Author: Erika Alejandra Bautista Rico**

Key Words: Planning, Management, Costs, Unit Price Analysis, Budgets, Contracts, Minutes.

Description: This paper is aiming at to expound the activities carried out in the Planning Office of the University of Pamplona, during the business practice as a Civil Engineering assistant in the Physical Planning division, through support work in Management of Construction Projects. Its structure is based on the presentation of the description of the projects on which activities related to cost management were carried out, the methodology for the development of the assigned tasks and the results corresponding to studies of market reference prices, preparation of reference budgets, review of official budgets and review of minutes for public works projects managed by the administration of the University of Pamplona, within the framework of the Institutional Development Plan; highlighting the importance of cost planning to achieve, efficiently and effectively, the proposed objectives for construction projects in the planning or execution phase carried out for the expansion, improvement and maintenance of the Campus infrastructure. Additionally, the results of the compressive strength test for plant concrete are presented, in line with the quality control of the projects.

* Degree Work

** Physicomechanics Engineering Department. Civil Engineering School. Director: Vladimir Ernesto Merchán Jaimes. Ph. D. in Cartographic and Geophysical Terrain Engineering.

Introducción

Diferentes Instituciones de Educación Superior del país han impulsado la transformación de su infraestructura, creando y renovando espacios para el desarrollo integral de estudiantes, docentes y administrativos, con el propósito de apoyar la formación académica e igualmente promover el deporte y la cultura. La Universidad de Pamplona, en el marco del Plan de Desarrollo Institucional, mediante la Línea estratégica 16 sobre Fortalecimiento de la Infraestructura Física para la educación, la innovación y la gestión; se ha propuesto la creación del Plan Estratégico de Infraestructura Física Institucional, el mantenimiento de la Planta Física existente y la ampliación de la Infraestructura del campus (Universidad de Pamplona, 2021). Para el cumplimiento de este grupo de objetivos, las directivas del alma máter, desde la Oficina de Planeación, han gestionado diferentes proyectos de infraestructura, en fase de planeación y algunos en ejecución.

La planeación de un proyecto de construcción es imprescindible para lograr los objetivos propuestos, en los tiempos y costos especificados; es un proceso que determina cómo se llevará a cabo la ejecución de la obra; además, a partir de ella, se fundamenta la toma de decisiones, evitando que el curso de acción del proyecto cambie de dirección de manera aleatoria (Serpell B., 2002). El proceso de planeación parte de los estudios técnicos, documentos y acuerdos que definen el alcance del proyecto, permitiendo determinar, documentar y gestionar los requisitos para alcanzar los objetivos de manera eficiente y eficaz. Posteriormente, se planifica la gestión del cronograma, iniciando con la definición de las actividades que se deben realizar para generar

los entregables del proyecto; luego, se estima su duración para desarrollar el cronograma con fechas específicas, permitiendo planificar los plazos para completar cada actividad, controlar cada duración y evitar retrasos y sobrecostos. Por otra parte, la planeación de la gestión del costo da lugar a la estimación de los costos del proyecto y realización del presupuesto de obra, con el cual, se obtiene el costo total y se establece una línea base para monitorear y controlar el desarrollo del presupuesto (Project Management Institute, 2017).

A su vez, en la ejecución de todo proyecto, la comunicación de las acciones realizadas, problemáticas y soluciones cobra gran relevancia en la gestión de proyectos de construcción, específicamente en la gestión de las comunicaciones. Con el propósito de analizar el avance de las obras, tomar decisiones asertivas, comparar las cantidades de obra contratadas y ejecutadas o evaluar el recibido de la obra, se realizan reuniones periódicas entre las directivas suscritas al proyecto, donde se elaboran documentos formales que dejan constancia de los sucesos presentados, el curso de acción según el avance y las actividades requeridas de acuerdo con la etapa de ejecución física de la obra. Esta serie de documentos constituyen las actas administrativas, fundamentales para realizar procesos de gestión de tiempo, costo y calidad, en el contexto del control y seguimiento del proyecto.

El desarrollo de la práctica empresarial en la Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona se enfocó en apoyar el área de gestión de proyectos de construcción, realizando actividades referentes a la gestión del costo; por tanto, se elaboraron estudios de mercado, presupuestos de obra de referencia y actividades de apoyo en la revisión de actas para un proyecto finalizado y otro en fase de ejecución. Los proyectos asignados están en el marco del Plan de Desarrollo Institucional para el fortalecimiento y mejoramiento de la infraestructura física del Campus Principal y sedes del alma máter.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Apoyar como auxiliar de ingeniería civil los proyectos de infraestructura desarrollados en el campus de la Universidad de Pamplona.

1.2 Objetivos Específicos

Realizar labores de apoyo técnico en la elaboración y revisión de los presupuestos de obra de los proyectos asignados.

Realizar la revisión de las actas administrativas de las obras gestionadas por la Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona.

Realizar labores de apoyo en la Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona, de acuerdo con los requerimientos técnicos que se dispongan.

2. Metodología

La metodología para el desarrollo de las actividades asignadas en la práctica empresarial como auxiliar de Ingeniería Civil en la Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona se basó en labores de apoyo a la unidad administrativa de Planeación Física, entre ellas: realización de estudios de precios de referencia del mercado, presupuestos de obra de referencia y revisión de actas administrativas de obra.

Una de las tareas iniciales consistió en los Estudios de precios de referencia del mercado, para llevarlos a cabo, se consultan los precios de los materiales, equipos y mano de obra, mediante cotizaciones en empresas dedicadas a la comercialización y distribución de materiales para la construcción, plomería, electricidad, maquinaria y herramientas. Igualmente, se tomaron como referencia los precios de insumos, mano de obra y equipos de los informes periódicos del sector de la construcción, en la línea de publicaciones especializadas de Construdata y Construprecios. Se especifica la fuente de consulta y son presentadas tres (3) cotizaciones por ítem, como mínimo, seleccionando el precio de menor valor. Este estudio proporciona información que permite estimar el comportamiento de la oferta de productos y servicios, su variación en el tiempo y la fijación de un precio, para así garantizar que los precios unitarios puedan ajustarse a la fluctuación en el mercado. Asimismo, es información requerida por la Vicerrectoría Administrativa y Financiera de la Universidad de Pamplona, dependencia encargada de las políticas y procedimientos para la gestión financiera de la institución.

Adicionalmente, se elaboraron presupuestos de obra de referencia para diferentes proyectos. Un presupuesto de obra consiste en la estimación previa de la cantidad de dinero, material y recursos para realizar el proyecto (Rebolledo, 2003). Los presupuestos se convierten en una importante herramienta de información, que, mediante la comunicación de la realidad del proyecto, representa una base para la correcta toma de decisiones (Mejía Aguilar, 2007). Por tanto, el presupuesto puede determinar una línea estratégica, ajustada al control financiero del proyecto y el cumplimiento de objetivos en los tiempos precisos.

A su vez, el presupuesto estima el total de costos necesarios para el desarrollo de las actividades requeridas para la generación de entregables; también, proyecta el comportamiento de este costo cuando el proyecto es materializado al momento de ejecutar su construcción (Mejía Aguilar, 2003), permitiendo realizar el control y seguimiento a cada ítem en su cantidad, valor y duración. La estimación del costo total del proyecto que supone el presupuesto puede variar según el método aplicado por la empresa o entidad a cargo; sin embargo, de manera general, los presupuestos realizados se basaron en la estructura de los presupuestos detallados, constituida por la definición de actividades y la elaboración de los Análisis de Precios Unitarios (APU).

Los presupuestos realizados se fundamentan en métodos cualitativos y cuantitativos, su proceso se basa en la observación sistemática y la interpretación de la información contenida en los planos arquitectónicos y estructurales, así como la cuantificación de la obra, mediante el cálculo de cantidades de obra, la asignación de precios a los recursos y la determinación de los costos. Este proceso requiere una metodología para la obtención de información fácil y ordenada; por tanto, a partir del estudio de los planos de diseño y las especificaciones técnicas del proyecto, se realiza el listado de ítems, agrupados según cada actividad, garantizando un orden de clasificación que facilite la elaboración del presupuesto, su control y gestión. Posteriormente, se

calcula la cantidad de obra, mediante formatos que faciliten la organización y revisión de los resultados.

Con el previo listado de actividades, empiezan a definirse los materiales, equipos y mano de obra requeridos para cada actividad, generando el Análisis de Precios Unitarios (APU). Su desarrollo consiste en determinar el costo por unidad de medida de las actividades, identificando los rendimientos, costos y cantidades de cada uno de los insumos a utilizar (Calero, 2015), asimismo, el costo indirecto según los términos de financiamiento y utilidad.

De acuerdo con los lineamientos establecidos por la unidad de Planeación Física, se emplea la edición de Construprecios, que contiene el informe de los precios del sector de construcción en Norte de Santander y presenta el listado de Análisis Unitarios, de manera general y detallada, para actividades preliminares, estructuras en concreto, estructuras metálicas, acero de refuerzo, mampostería, instalaciones eléctricas, instalaciones hidráulicas, entre otros. Los costos incluidos en el análisis unitario corresponden a los precios de los materiales y equipos en el sector, a partir de tarifas comerciales obtenidas de productores, distribuidores y proveedores de los insumos. El costo de la mano de obra considera el perfil de cada miembro del equipo humano y su remuneración según el salario mensual promedio nominal, prestaciones y otros conceptos, determinando el valor del jornal y el costo del precio hora – Hombre (hH). Cada uno de los anteriores conceptos del APU, con la sumatoria de sus valores unitarios y parciales, hace parte del total de costos directos del proyecto.

Un aspecto importante para estimar es el costo por administración, imprevistos y utilidad (AIU), además del IVA sobre la utilidad. Este concepto es indispensable para conocer el riesgo y la seguridad al elaborar un presupuesto de obra para ejecutar un proyecto, permitiendo determinar la proyección de gastos en que incurrirá el contratista (Rojas y Patiño, 2010). Esta

estimación comprende el total de costos indirectos y se asignan, según las indicaciones de Planeación Física, los siguientes porcentajes por concepto de AIU:

- Administración 10%
- Imprevistos 3%
- Utilidad 5%
- IVA sobre utilidad 19%

En general, para los presupuestos de referencia de los proyectos gestionados por la Oficina de Planeación, se emplea un AIU entre 20 y 25%. Los contratistas, realizan la discriminación del AIU, y dependiendo de la solvencia para cubrir los costos indirectos, aceptan o proponen un aumento a este porcentaje.

A partir de la información obtenida de las actividades y los análisis unitarios, se elabora el presupuesto de obra, de acuerdo con el formato empleado por Planeación Física. En el presupuesto se incluye cada uno de los ítems, la unidad de medición, cantidad, valor unitario y valor total. Finalmente, se presenta el total de costos indirectos (materiales, equipos, mano de obra) y el total de costos indirectos (AIU), la suma entre ellos corresponde al costo total del proyecto.

En relación con las actas de obra, se realizan las revisiones asignadas, proporcionando información resumida y organizada que permita al ingeniero supervisor consignar en actas los aspectos relevantes en materia presupuestal y porcentaje de obra ejecutado, especialmente, en factores como adición al contrato, entendida esta como un acuerdo de voluntades entre las partes que celebraron el contrato, donde se agregan ciertas variaciones a las estipulaciones precedentes, lo que implica solo una reforma al plazo o valor al contrato, sin cambiar sustancialmente su objeto (Mora, 2019).

3. Descripción de los proyectos

3.1 Descripción de la Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona

La Oficina de Planeación es una dependencia de la Universidad de Pamplona, definida como una unidad asesora e innovadora, con estándares de calidad que apoya la toma de decisiones en los procesos institucionales, a través de herramientas modernas de planeación. A continuación, se describen las funciones que desarrolla la Oficina de Planeación como agente estratégico para el cambio, la modernización y el logro de los objetivos institucionales (Oficina de Planeación, s.f.).

- Elaborar y actualizar los planes, programas y proyectos de la institución en coordinación con las distintas dependencias.
- Realizar estudios y presentar recomendaciones sobre programación académica, costos de la educación, utilización de la planta física y dotación de equipo instalaciones.
- Proponer sistemas de recursos financieros para la realización del proyecto del plan universitario.
- Recolectar, analizar y publicar la información estadística, académica y administrativa necesaria para la toma de buenas decisiones, en forma segura, ágil y oportuna.
- Coordinar el anteproyecto de presupuesto, de ingreso y gastos de la Universidad, en coordinación con la Dirección Administrativa, con las Secciones de Presupuesto y Contabilidad, la Oficina de Personal y demás organismos y/o dependencias.

- Coordinación y evaluación de los planes de desarrollo de las Facultades y proponer los ajustes necesarios para el cumplimiento de los objetivos.
- Solicitar a las diferentes unidades académicas y administrativas, en forma permanente, la información necesaria para la planeación institucional.
- Velar por el cumplimiento, supervisar y evaluar las funciones y tareas de los grupos de apoyo adscritos a Planeación como son: Académica, Estadística – informática, Administrativo – Financiera.
- Asesorar las diferentes dependencias académicas y administrativas en los procesos de descentralización, autoevaluación, participación y planeación con miras a que estas funcionen como unidades con cierta autonomía y responsabilidad.
- Asesorar los procesos institucionales de acreditación y autoevaluación.

Su gestión estratégica cuenta con cuatro divisiones que trabajan en pro de la formulación y ejecución de los planes de desarrollo, planes de inversión, planes fomento, planes de acción, planes adquisición y gasto público; estas son: Planeación Estratégica, Gestión Financiera, Sistemas de Información y Planeación Física.

Las funciones desempeñadas como auxiliar de Ingeniería Civil se llevaron a cabo en Planeación Física, división encargada del desarrollo y protección del patrimonio urbanístico y arquitectónico del Campus Principal y sedes de la Universidad de Pamplona, mediante la implementación de herramientas de planeación y control de los proyectos de construcción gestionados en la Institución.

3.2 Descripción de los proyectos

En el Campus de la Universidad de Pamplona, representado a través de su fachada principal en la Figura 1, se están gestionando proyectos enfocados en el mantenimiento, ampliación y adecuación de la planta física actual, asimismo, en la transformación de su infraestructura con la construcción de nuevas y modernas instalaciones, promoviendo el logro de las metas establecidas en el Plan de Desarrollo Institucional.

Figura 1

Campus principal de la Universidad de Pamplona



Nota. Tomado de: Universidad de Pamplona (2019, 23 de noviembre). Conmemoración de los 59 años de la Universidad de Pamplona [Publicación]. Facebook.
<https://www.facebook.com/unipamplona/posts/2716950164993180/>

Los proyectos sobre los cuáles se asignaron labores de apoyo se ubican en las Sede Principal y Sede Virgen del Rosario de la Institución, ubicadas en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander, la ubicación del municipio se muestra en la Figura 2. Según las proyecciones del Plan de Desarrollo Institucional 2012-2020, la Universidad de Pamplona cuenta con aproximadamente 30.000 estudiantes en los programas de pregrado y posgrado en todas sus sedes (Universidad de Pamplona, 2012). Por ello, se parte de la razón fundamental: acompañar al estudiantado en su proceso de formación, proporcionando una planta física moderna, con espacios acordes a las actividades académicas y dotada de laboratorios, aulas, escenarios deportivos y espacios de esparcimiento.

Figura 2

Ubicación de Pamplona, N. de S. en el Mapa de Colombia



Nota. Tomado de: Alcaldía de Pamplona (2020-2023). Galería de mapas. <http://pamplona-nortedesantander.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx#lg=1&slide=3>

Es así como, a partir de la alta demanda de estudiantes y el contexto de transformación física de las Instituciones de Educación Superior, surge la formulación de proyectos de infraestructura que generan un impacto positivo, no solo para la comunidad universitaria, sino también para los habitantes de Pamplona. En este sentido, se presenta la descripción de los proyectos sobre los cuáles se realizaron actividades de apoyo en la planeación de la gestión del costo, basada en el documento Registro Banco de Proyectos de Inversión de la Universidad de Pamplona, herramienta para los planes, programas y proyectos de inversión (Universidad de Pamplona, 2017).

3.2.1 Cambio del transformador ubicado en el Bloque Eduardo Cote Lamus del Campus principal

Además de los proyectos de infraestructura, la administración de la Universidad de Pamplona ha planteado, en su línea estratégica de mejoramiento de las instalaciones físicas, una serie de retos encaminados a la sostenibilidad, para este fin, se encuentran en fase de estudio proyectos de implementación de energías alternativas. De manera preliminar, para contar con un desarrollo en materia eléctrica, fue necesario reemplazar el transformador ubicado frente al Edificio Cote Lamus por uno de mayor potencia, puesto que este debe soportar la energía y descargas presentadas en ocho (8) bloques contiguos, en los que se manejan equipos de mayor consumo eléctrico y donde se desarrollan labores académicas y de investigación.

3.2.2 Cambio de redes eléctricas en la Granja Experimental y Centro de Recreación Villa Marina

Este proyecto se ejecutó en la Sede Recreacional Villa Marina, ubicada en el kilómetro 49 sobre la Vía Pamplona – Cúcuta. Las redes anteriores presentaban un deterioro considerable, por tanto, se requirieron las adecuaciones y ajustes para su correcto funcionamiento, ya que de estas se derivan los circuitos de los espacios recreacionales, experimentales y administrativos. Los principales problemas comprendían:

- Cuerdas principales de abastecimiento del fluido eléctrico reventadas.
- Templetes instalados anteriormente no eran los reglamentarios, que, a su vez, estaban instalados en los árboles del sitio.
- Cortacircuitos expuesto a la intemperie.
- Cajas de tomacorriente ubicadas en árboles.
- Postes en alto grado de deterioro.

3.2.3 Construcción Litoteca en el campus Villa del Rosario

La Litoteca Departamental de la Universidad de Pamplona, es una unidad encargada de la administración y preservación de las colecciones de núcleos de roca del país, promoviendo su estudio para la exploración y aprovechamiento sostenible de los recursos minero-energéticos y la investigación de los procesos geológicos naturales. Según el Plan de Desarrollo 2012-2020, con base en el Pilar 1 de docencia y excelencia académica, se estableció la creación de un nuevo espacio físico en el Campus Villa del Rosario, con el propósito de contar con un área acorde para

la colección de las muestras de roca y el funcionamiento como centro de información e investigación. Para el proyecto, se definió una duración de 1 mes, sin embargo, este se encuentra en fase de ejecución.

3.2.4 Adecuación del bloque José Rafael Faria Bermúdez para el traslado del área académico-administrativa en el Campus principal

Con el enfoque del quinto pilar misional sobre Eficiente gestión empresarial y presupuestal, se lleva a cabo la reubicación del área administrativa, ubicada en el Bloque Pedro de Ursúa donde funcionaban las oficinas administrativas y se evidenciaba un considerable hacinamiento, por lo que estas fueron reubicadas en el bloque José Rafael Faria Bermúdez, garantizando un espacio de confort para el desarrollo de las labores de gestión administrativa. Además, el proceso de construcción de la Nueva Biblioteca se desarrolla en el área del antiguo Bloque Pedro de Ursúa. El proyecto se ejecutó en dos fases, la primera, donde se realizaron las adecuaciones y el cambio de cubierta del Bloque José Rafael Faria Bermúdez. La segunda fase consistió en las adecuaciones para el último nivel de la edificación y los baños del edificio.

3.2.5 Adecuación de la parte administrativa de Biblioteca José Rafael Faria en Sede Virgen del Rosario y para las actividades complementarias de la Biblioteca Virgen del Rosario en la misma sede

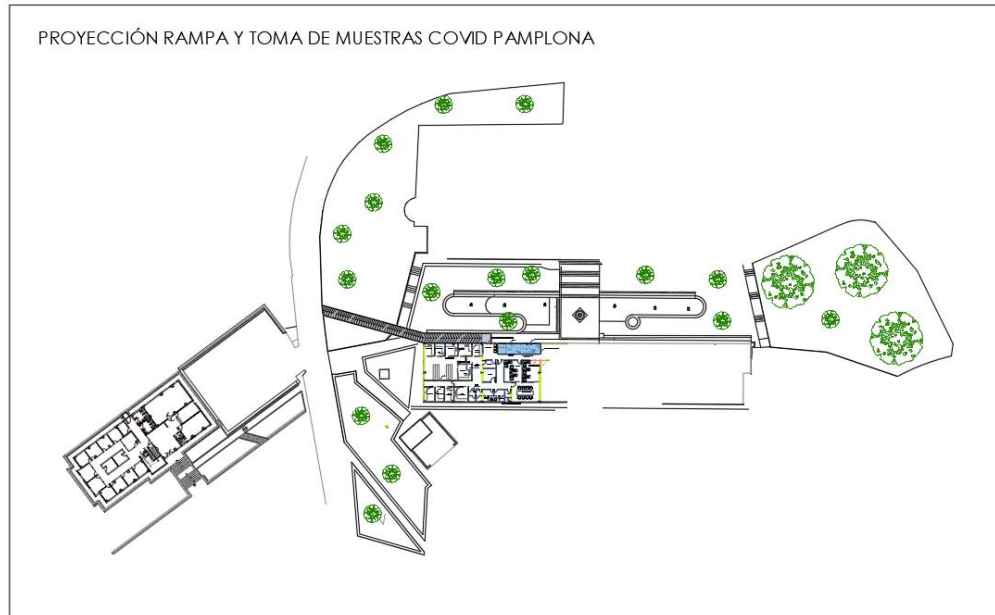
La construcción de la Nueva Biblioteca requirió la demolición del Bloque Pedro de Ursúa, las oficinas administrativas de este bloque fueron trasladadas al Bloque José Rafael Faria

Bermúdez, donde anteriormente funcionaba la Biblioteca de la Institución. Por tanto, fue necesario el traslado del mobiliario de oficinas, estantes de biblioteca, escritorios y el material bibliográfico a la Sede Virgen del Rosario, allí se realizaron las adecuaciones para instalar de manera provisional la Biblioteca, durante el tiempo de construcción de la Nueva Biblioteca.

3.2.6 Adecuación del Laboratorio para el diagnóstico, tratamiento, contención y monitoreo de agentes biológicos con alto riesgo para la salud humana, en el Campus principal de la Institución

Atendiendo a la emergencia sanitaria declarada por el Gobierno Nacional debido a la coyuntura generada por pandemia de la COVID-19, se gestionó la adecuación de este laboratorio en atención a la solicitud del Programa de Bacteriología – Facultad de Salud, mediante la construcción de una sala especial para la toma de muestras de COVID-19 y la proyección de una rampa de acceso.

En la Figura 3 se presenta el diseño preliminar del proyecto, sobre el cual se estimaron las actividades y cantidades de obras para la creación de la sala para toma de muestras, con sus especificaciones correspondientes. Igualmente, a partir de las dimensiones establecidas, se determinaron las cantidades preliminares de la construcción de la rampa de acceso.

Figura 3*Planos arquitectónicos Proyección rampa y toma de muestras COVID-19*

Nota. La figura muestra el plano de planta del Laboratorio para el diagnóstico, tratamiento, contención y monitoreo de agentes biológicos con alto riesgo para la salud humana. Tomado de: Planeación física – Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona (2021).

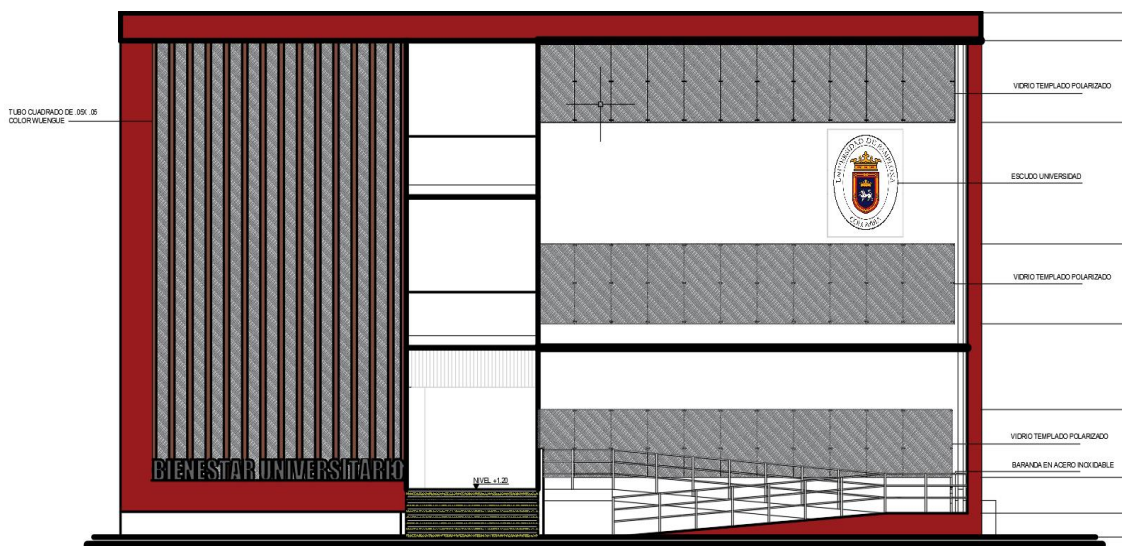
3.2.7 Construcción Edificio de Bienestar Universitario

El nuevo Edificio de Bienestar Universitario es un proyecto que representa el proceso de transformación de la Universidad de Pamplona mediante el desarrollo institucional, para la formación integral de los estudiantes, mediante la promoción de las expresiones culturales, la actividad física y el deporte, la salud y el autocuidado. Como se muestra en la Figura 4, el proyecto está conformado por tres niveles; donde se sitúan consultorios médicos, consultorios de psicología, sala de primeros auxilios, dispensario médico, salón múltiple y salón acústico;

igualmente, contiene las oficinas administrativas del Programa de Bienestar y la Oficinas de Cultura y de Deportes.

Figura 4

Plano arquitectónico Fachada principal frontal Edificio Bienestar Universitario



Nota. La figura expone la fachada del edificio con las características de sus elementos arquitectónicos. Tomado de: Planeación física – Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona (2021).

3.2.8 Construcción de la Nueva Biblioteca bajo el concepto de amplia cobertura y conectividad, ubicada en el Campus principal

Su estructura proyectada se basa en un piso soterrado de 355.65 m² que contará con un auditorio con capacidad para 324 personas; una primera planta de 1239,69 m² con salas de estudio, zona de reservas y estantería; zona bajo cubierta de 593,88 m² compuesta por espejo de

agua, escaleras exteriores, zonas de circulación exterior; la segunda planta comprende un área de 1059.42 m² con cabina de ascensor, sala general de lectura, zona de consulta; finalmente, una cubierta de 1374.22 m². Presenta, además, un completo diseño de redes hidrosanitarias y contra incendios. Mediante la representación gráfica de la Figura 5 se puede obtener una visión realista de este proyecto construcción, destacando aspectos como su estilo arquitectónico y funcional.

Figura 5

Render Nueva Biblioteca



Nota. En la figura se expone una visión realista de la Nueva Biblioteca, con sus características, elementos y concepto de funcionalidad y amplia cobertura. Tomado de: Planeación física – Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona (2020).

Su construcción se ejecuta sobre el área del anterior Bloque Pedro de Ursúa y la proyección para la primera fase contiene el sistema de cimentación, estructuras en concreto, piso soterrado, primer nivel completamente funcional y segundo nivel en obra negra.

3.2.9 Construcción de la primera fase del coliseo cubierto, ubicado en la Sede Virgen del Rosario de la Universidad de Pamplona

El proyecto buscó generar un espacio de formación deportiva que cubra la demanda de estudiantes que requieren de instalaciones deportivas para las asignaturas afines, entrenamientos y esparcimiento. Su construcción se basó en una estructura metálica, soportada por pedestales, que, a su vez, se apoyan sobre cimentaciones superficiales con vigas de contrapeso. Cuenta con muros de cerramiento, gradería, cancha múltiple y cubierta. El contrato N°0588, correspondiente al proyecto, se encuentra en estado liquidado, inició el 17 de marzo de 2020 y finalizó el 11 de diciembre de 2020, presentando diferentes eventualidades relacionadas con el contexto global y condiciones del terreno, que conllevaron a la modificación del contrato y una posterior adición al valor. Según la revisión de los informes de porcentaje de obra, el proyecto se completó en un 97%, faltando por ejecutar las instalaciones eléctricas y actividades de pintura y ejecutadas, en su totalidad, actividades como estructuras en concreto, desagües y cubierta, tal como se presenta en la Figura 6.

Figura 6

Coliseo Cubierto Sede Virgen del Rosario



Nota. Tomado de: Oficina de Planeación de la Universidad de Pamplona (2020).

4. Resultados

4.1 Estudio de precios de referencia del mercado

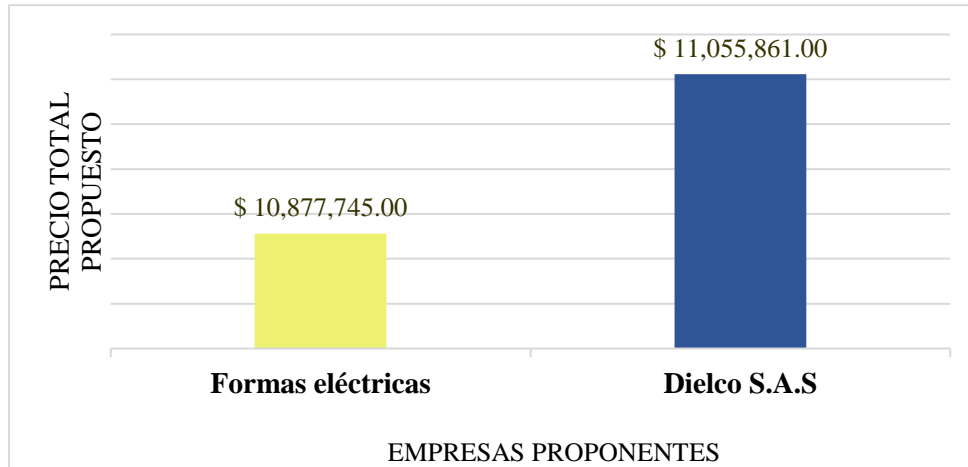
4.1.1 Estudio de precios para el proyecto Cambio del transformador ubicado en el Bloque Eduardo Cote Lamus del Campus Principal

Se realizó la cotización en empresas dedicadas a la comercialización de materiales eléctricos, soluciones en materia eléctrica y metalmecánica, especializadas en la línea de transformadores y tableros de distribución. En comunicación con los asesores comerciales, se obtuvieron las propuestas técnico-comerciales, partiendo de las especificaciones requeridas para el proyecto. Las empresas que proporcionaron una propuesta formal fueron Formas Eléctricas, DIELCO S.A.S. e InterEléctricas. En el Apéndice A. Estudio de precios Cambio del transformador Bloque Eduardo Cote Lamus es mostrado el estudio llevado a cabo en el respectivo formato.

En la Figura 7 se presenta la comparación entre las propuestas mediante gráficos de barras, donde se resumen los valores totales ofertados, en relación con insumos de materiales y equipos, por parte de DIELCO S.A.S y Formas Eléctricas, empresas que proporcionaron mayor número de ítems cotizados.

Figura 7

Gráfico de barras resumen: Cotización de materiales para Cambio de transformador



Nota. El gráfico representa la variación de los precios de insumos entre las dos empresas consultadas.

Se obtuvo una variación del 1.6%, destacando diferencias en insumos como breakers industriales, totalizadores y transformadores, relacionadas con las características del producto y proveedor. Según la revisión realizada por el supervisor técnico de la Oficina de Planeación, los precios se ajustaron a los informes de Construprecios en su listado de materiales.

4.1.2 Estudio de precios para el proyecto Cambio de redes eléctricas en la Granja Experimental y Centro de Recreación Villa Marina


Para este proyecto, se solicitó la propuesta técnico-económica por parte de tres empresas de la región, destacadas por sus actividades de ingeniería y consultoría técnica, estas son:

Construcciones e Inversiones de los Santanderes, JARICO Interventoría y Construcciones S.A.S. y Vivas & Rivera Ingeniería y Construcción S.A.S.

En la solicitud, se estableció la necesidad de llevar a cabo una visita técnica a la Sede Recreacional Villa Marina, para así realizar la evaluación de las redes eléctricas y definir las actividades requeridas. Una vez formalizada la propuesta, se solicitó el envío del Análisis de Precios Unitarios y el presupuesto, con el fin de organizar la información y analizar las ofertas. Los resultados se organizaron en el formato de Estudios de estudio de precios de referencia del mercado FDE.PL-52 v.00, destacando el objeto del proyecto y mostrando el valor ofertado por cada empresa. El esquema general del formato se expone en la Figura 8.

Figura 8

Esquema general para el Estudio de precios de referencia del mercado

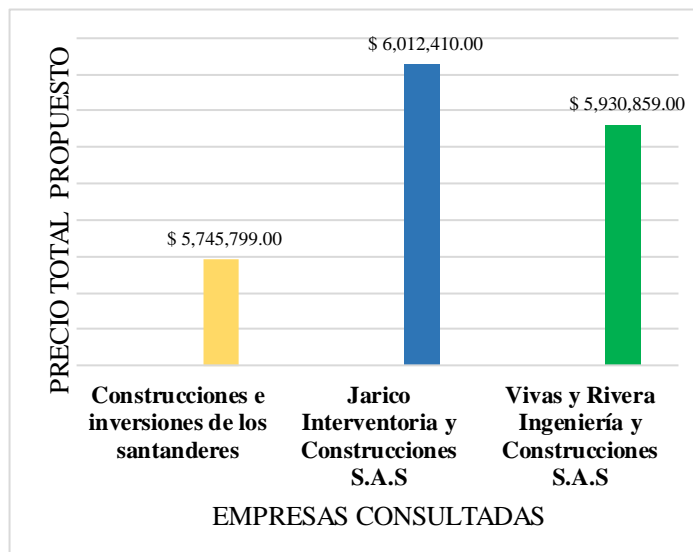
		Estudio de Precios de Referencia del Mercado			Código	FDE.PL-52 v.00
					Página	Página 1 de 1
ESTUDIO DE PRECIOS DEL MERCADO						
Objeto del Proyecto		Cambio de redes parciales Granja Experimental y Recreacional Villa Marina				
ITEM		PRECIOS DE REFERENCIA				PRECIO SELECCIONADO
		Construcciones e inversiones de los santanderes	Jarico Interventoria y Construcciones S.A.S	Vivas y Rivera Ingeniería y Construcciones S.A.S		
MATERIALES	UND. MEDIDA					
Cable cuadruplex trenzado neutro forrado AWG	und	\$ 26,800	\$ 27,500	\$ 26,800	\$ 26,800	\$ 26,800
Templetes completos de 12 metros	und	\$ 140,000	\$ 140,000	\$ 140,000	\$ 140,000	\$ 140,000
Perchas pesadas con aislador	und	\$ 32,000	\$ 35,000	\$ 35,000	\$ 35,000	\$ 32,000
Cinta Band-It Hebillas	und	\$ 12,500	\$ 11,980	\$ 11,149	\$ 11,149	\$ 11,149
Conectores de penetración	und	\$ 18,000	\$ 22,000	\$ 22,000	\$ 22,000	\$ 18,000
Suministro e instalación postes de fibra monolítico de 8 metros, 1050	und	\$ 2,500,000	\$ 2,500,000	\$ 2,500,000	\$ 2,500,000	\$ 2,500,000
Accesorios	glb	\$ 336,000	\$ 336,000	\$ 336,000	\$ 336,000	\$ 336,000
Triturado	m3	\$ 65,000	\$ 70,000	\$ 70,000	\$ 70,000	\$ 65,000

Nota. El formato contiene el objeto del proyecto, ítems, precios de referencia y el menor valor como precio seleccionado.

Según la Figura 9, JARICO Interventoría y Construcciones S.A.S, presenta el mayor valor total propuesto, considerando la notable variación en el costo por mano de obra para la actividad cambio de redes de parciales, del cual depende el costo de equipo (herramienta menor) tomado como el 10% de la mano de obra. El estudio realizado se presenta en el Apéndice B.

Figura 9

Gráfico de barras resumen: Cambio de redes parciales Villa Marina



Nota. El gráfico de barras muestra la variación del total de precios unitarios de referencia de cada una de las empresas consultadas.

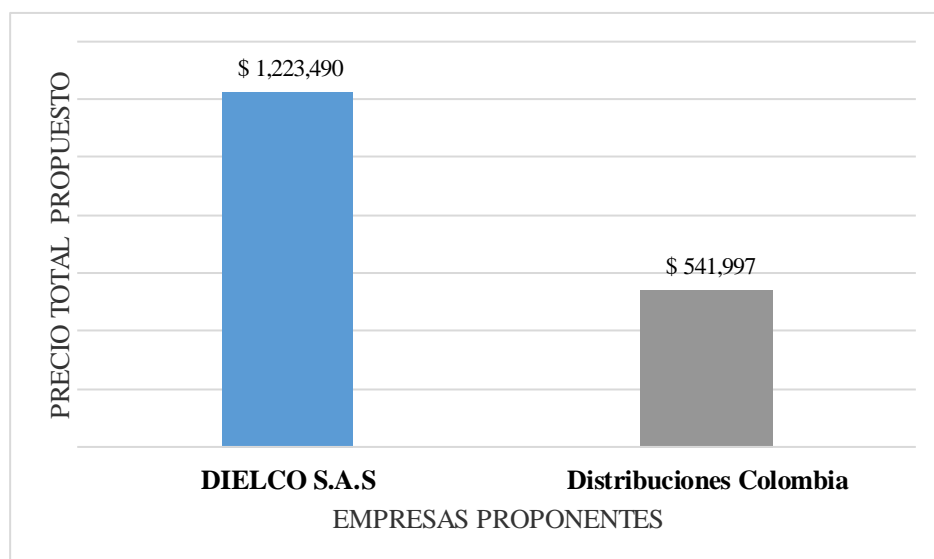
4.1.3 Estudio de precios para el proyecto Construcción Litoteca en el campus Villa del Rosario

Las cotizaciones se solicitaron a dos empresas: Distribuciones Colombia y DIELCO S.A.S También se consultaron precios en portales web de empresas como Easy y Homecenter, asimismo, en las ediciones de Construdata y Construprecios. De manera análoga a los estudios

anteriores, se obtuvo la asesoría comercial, y, a partir de los requisitos técnicos, fue recibida la cotización con la oferta de precios. Las ofertas presentadas en el formato de estudios de precios son mostradas en el Apéndice C.

Figura 10

Gráfico de barras resumen: Cotización de materiales Construcción Litoteca Villa del Rosario



Nota. Resumen del total de los precios para los insumos cotizados en las empresas consultadas.

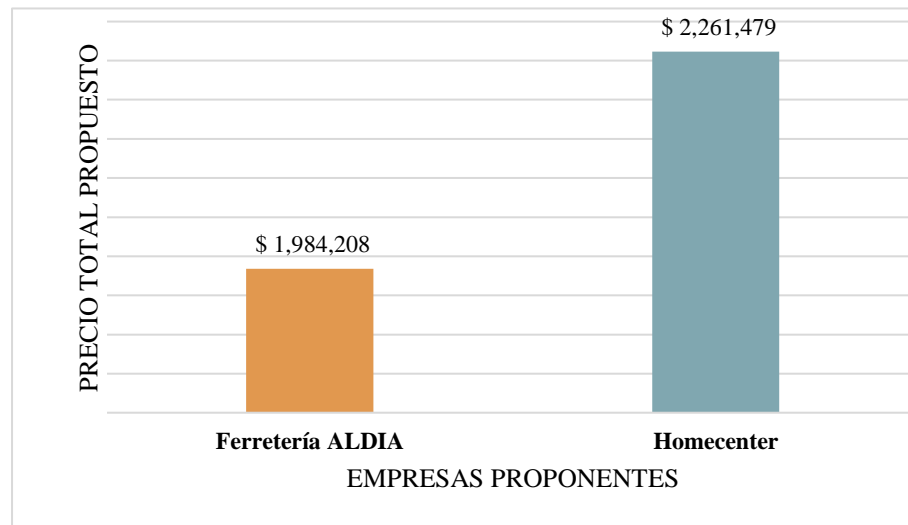
A partir de la Figura 10, es posible indicar la diferencia considerable entre ambas propuestas, estrechamente relacionada con insumos como: interruptores termomagnéticos y totalizadores, no disponibles en Distribuciones Colombia; sin embargo, la mayoría de los ítems se cotizan a un menor valor en esta empresa, respecto a DIELCO S.A.S. También resultaría necesario considerar los precios contractuales por transporte de los materiales, no establecidos en la oferta. Los precios consultados son revisados por el supervisor técnico de planeación, lo que permite una evaluación en detalle a las propuestas de los posibles constructores.

4.1.4 Estudio de precios para el proyecto Adecuación del bloque José Rafael Faria Bermúdez para el traslado del área académico-administrativa en el Campus principal

Debido a la concordancia en tiempos de realización entre los estudios de precios para Construcción de Litoteca y Adecuación del bloque José Rafael Faria, las cotizaciones se solicitaron en simultánea; por tanto, las ofertas recopiladas y organizadas corresponden también a los precios suministrados por DIELCO S.A.S, Ferretería ALDIA y sitios web del sector de la construcción. En la Figura 11, los resultados, mediante gráficos de barras, muestran la variabilidad de precios entre Homecenter y Ferretería ALDIA, ya que en las demás empresas consultadas no se obtuvo el valor para un alto volumen de ítems. Por tanto, a partir de los resultados y el gráfico, los precios varían en un 16%, por valor de \$277.271, a razón de la disponibilidad de insumos y sus características. Cabe resaltar que la consulta de precios en Homecenter se realizó a través de su portal web, mientras que en Ferretería ALDIA se contó con un asesor comercial.

Figura 11

Gráfico de barras resumen: Cotización Adecuación de Bloque José Rafael Faria Bermúdez



Nota. Resumen de variación de precios entre Ferretería ALDIA y Homecenter para los materiales de construcción solicitados en el estudio de precios.

En el Apéndice D se presentan los resultados obtenidos, resaltando que este estudio se realizó para la primera fase del proyecto.

Los estudios de mercado dan a conocer que la estimación de precios es dinámica, cada cierto periodo de tiempo los costos varían, es necesario tener en cuenta factores como la inflación, el contexto del sector de la construcción en la región, los términos y condiciones para solicitar un producto o servicio y la disponibilidad de estos.

4.2 Elaboración de Presupuestos de referencia

4.2.1 Presupuesto de referencia Proyecto Segunda Fase Adecuaciones locativas del bloque José Rafael Faria Bermúdez para el traslado del área académico-administrativa en el Campus Principal

Para este proyecto, se realizó el presupuesto de referencia, partiendo de la definición de actividades y el Análisis de Precios Unitarios (APU). Adicionalmente, esta labor de apoyo fue complementada con el estudio de precios de referencia del mercado y el cronograma preliminar.

Las actividades incluyeron:

- Preliminares
- Demoliciones y limpieza
- Adecuaciones
- Acabados arquitectónicos
- Instalaciones hidrosanitarias
- Instalaciones eléctricas

Con el APU se determina el valor unitario de cada ítem; luego, según la cantidad de obra requerida, se calculó el valor total del ítem. La sumatoria de los valores totales de las actividades comprende el costo directo del proyecto (ver Apéndice E).

Además, mediante los porcentajes de AIU se obtienen los costos indirectos, el resumen de ellos se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Resumen de costos - Proyecto Segunda Fase Adecuaciones locativas del Bloque José Rafael Faria Bermúdez para el traslado del área académico-administrativa en el Campus principal

Descripción	Valor
Total costo directo	\$ 56,210,796.98
Administración 10%	\$ 5,621,079.70
Imprevistos 3%	\$ 1,686,323.91
Utilidad 5%	\$ 2,810,539.85
IVA sobre utilidad 19%	\$ 534,002.57
Total costos indirectos	\$ 10,651,946.03
Costo total de proyecto	\$ 66,862,743.01

Nota. Resumen de costos para el proyecto, obtenido a partir del presupuesto de obra de referencia.

4.2.2 Presupuesto de referencia Proyecto Adecuación de la parte administrativa de Biblioteca José Rafael Faria en Sede Virgen del Rosario y para las actividades complementarias de la Biblioteca Virgen del Rosario en la misma sede

Las actividades establecidas para el proyecto resultaron a partir de las visitas técnicas, planimetría y cálculo de cantidades por parte de Planeación Física, estas consistieron en:

- Localización y replanteo
- Muro en drywall

- Suministro e instalación de Divisiones estructura de aluminio anodizado con pisavidrio curvo o recto y vidrio de 5mm, incluye templado de seguridad con su respectivo papel esmerilado y empaquetadura que le da un ajuste perfecto. Incluye secciones de ventanillas de atención.
- Suministro e instalación puerta de corredera en aluminio y vidrio sanblastado de 1x2m.
- Suministro e instalación de puerta en aluminio y vidrio sanblastado de 1x2m.
- Suministro e instalación de cielo raso en láminas de PVC.
- Instalaciones eléctricas – Voz y datos

Se realizó el Análisis de Precios Unitarios, mediante el desglose según los requerimientos de materiales, mano de obra y equipos, para, finalmente determinar el costo del proyecto (Ver Apéndice F). En la Tabla 2 se presenta el resumen de costos obtenido.

Tabla 2

Resumen de costos - Adecuación de la parte administrativa de Biblioteca José Rafel Faria en Sede Virgen del Rosario

Descripción	Valor
Total costo directo	\$ 69,127,496.38
Administración 10%	\$ 15,899,324.17
Imprevistos 3%	\$ 1,382,549.93
Utilidad 5%	\$ 3,456,374.82
IVA sobre utilidad 19%	\$ 656,711.22
Total costos indirectos	\$ 21,394,960.13
Costo total de proyecto	\$ 90,522,456.51

Nota. Resumen obtenido a partir del presupuesto de obra de referencia realizado para el proyecto.

4.2.3 Presupuesto de referencia Proyecto Adecuación del Laboratorio para el diagnóstico, tratamiento, contención y monitoreo de agentes biológicos con alto riesgo para la salud humana, en el Campus Principal de la Institución

Mediante la observación, estudio e interpretación de los planos arquitectónicos, se determinaron, en primer lugar, las actividades requeridas para llevar a cabo la adecuación de la sala para toma de muestras COVID-19.

El proyecto contiene una sala de espera, ventanillas, espacio para la toma de muestras, mesón con lavamanos, vestier, dos tipos de baños, divisiones en drywall y complementación de un muro existente a una altura de 1.50 m. Para las divisiones, se sugirió no implementar drywall, por el contrario, se recomendó realizar las divisiones de acuerdo con el muro existente, es decir, un muro en bloque N°5 $b = 0.20$ m, para obtener una división homogénea entre los diferentes espacios de la sala. Otra parte del proyecto incluye una rampa de acceso, en concreto reforzado de 21 MPa y con cimentación superficial.

Seguidamente, se calcularon las cantidades de obra para los diferentes ítems; los valores unitarios se obtuvieron a partir del Análisis de Precios Unitarios y se determinó el valor total de cada ítem, para definir el costo directo del proyecto.

Finalmente, se calcula el costo indirecto (AIU) y el costo total del proyecto, mostrados, al igual que el costo directo, en la Tabla 3. El presupuesto de referencia para este proyecto, desarrollado en su totalidad, el APU, el estudio de precios de referencia y el cronograma básico de actividades se presentan en el Apéndice G.

Tabla 3

Resumen de costos - Adecuación del Laboratorio para el diagnóstico, tratamiento, contención y monitoreo de agentes biológicos con alto riesgo para la salud humana, en el Campus principal de la Institución

Descripción	Valor
Total costo directo	\$ 46,709,849.74
Administración 10%	\$ 4,670,984.97
Imprevistos 3%	\$ 1,401,295.49
Utilidad 5%	\$ 2,335,492.49
IVA sobre utilidad 19%	\$ 443,743.57
Total costos indirectos	\$ 8,851,516.53
Costo total de proyecto	\$ 55,561,366.26

Nota. Resumen de costos directos e indirectos y costo total del proyecto, a partir presupuesto de obra de referencia realizado para el proyecto.

4.3 Revisión del presupuesto del Proyecto Construcción Edificio Bienestar Universitario

Tomando como base el presupuesto entregado por el contratista a cargo del proyecto y los planos suministrados por Planeación Física, se inicia con la revisión de cantidades de obra en cada ítem; posteriormente, se estudian los precios, de acuerdo con la edición de Construprecios, para así generar una tabla comparativa sobre la estimación de los costos de obra. Se evidenciaron diferencias en las cantidades de algunos ítems y se sugirió complementar la información del presupuesto con la especificación de algunos ítems. La tabla de revisión se muestra en el Apéndice H.

4.4 Cálculo de cantidades de obra para el proyecto Construcción de la Nueva Biblioteca bajo el concepto de amplia cobertura y conectividad, ubicada en el Campus Principal

La Construcción de la Nueva Biblioteca inició desde el mes de octubre del año anterior, comenzando con las actividades de traslado de oficinas administrativas del antiguo Bloque Pedro de Ursúa, seguido por su demolición, demás actividades preliminares y movimientos de tierras. En marzo de 2021, se completó la cimentación de la estructura, por lo que, una vez finalizada la actividad, se llevó a cabo el comité de obra, donde participan los representantes del Consorcio Biblioteca y el grupo de ingenieros de la Oficina de Planeación, encargados de la supervisión técnica. Con el propósito de garantizar la veracidad en el acta de mayores y menores cantidades, fue asignada la revisión de los planos arquitectónicos y estructurales, para corroborar las cantidades calculadas por el contratista con las presentadas en el diseño (ver Apéndice I). De esta manera, se realizó una completa revisión de los siguientes capítulos: preliminares, movimiento de tierras, concretos y acero cimentación, concreto y acero estructura y placa aligerada soterrado, para generar un resumen organizado sobre las cantidades del presupuesto oficial y las cantidades calculadas, el cual se empleó en el desarrollo del acta de mayores y cantidades y se presenta en el Apéndice J.

4.5 Actividades de apoyo en la elaboración y revisión de las actas administrativas

En este apartado, se presentan las actividades realizadas para la elaboración del Acta de Liquidación del Contrato 0588 del 15 de marzo de 2021. El Contrato de obra N°0588 de 2020 tuvo por objeto la “Construcción de la primera fase del Coliseo Cubierto, ubicado en la Sede

Virgen del Rosario de la Universidad de Pamplona”. Para este propósito, en primer lugar, se revisó la suma resultante del Acta de mayores y menores cantidades de obra del 24 de junio de 2020, según la cual, se fundamentó el Informe técnico de Requerimientos para la Modificación al Contrato 0588 del 15 de marzo de 2020, permitiendo realizar una adición al contrato por valor de \$149.234.829,11. Por tanto, se entregó la verificación del Acta de mayores y menores cantidades, permitiendo consignar los ajustes, de acuerdo con la adición estipulada. Adicionalmente, se realizó la verificación del porcentaje de ejecución de obra, según el informe suministrado por el contratista, que denota la ejecución del proyecto en un 97% con un total de \$842.570.707,99 (ver Apéndice K). Cabe resaltar que la actividad Instalaciones Eléctricas no se ejecutó, principalmente por la destinación de recursos al aumento de cantidades requeridas e ítems nuevos, generado por las contingencias y condiciones del proyecto, entre ellas el aumento de metros cúbicos de material de base y subbase granular, aumento del diámetro de la tubería para la recolección de aguas lluvias y nuevos protocolos en la implementación del PAPSO. En la revisión de las actas para este proyecto, el estudio sobre contrato adicional, la adición en valor y las actas de mayores y menores cantidades fue imprescindible, puesto que, al no tener claro las diferencias entre ellas, es posible incurrir en delitos de contratación.

5. Actividad complementaria

En el proyecto de Construcción de la primera fase del Coliseo Cubierto, ubicado en la Sede Virgen del Rosario, fue asignada la caracterización del concreto de la planta Concretos y

Morteros de Cúcuta para la placa en concreto de 3000 psi Tipo Bombeo con grava $\frac{3}{4}$ " (210B3/4) para el piso de la cancha, con espesor $e = 0.12$ m. Se desarrollaron las pruebas de resistencia de tres especímenes de concreto, preparados por el auxiliar del residente de obra, llevados a las instalaciones de Laboratorio de Materiales y puestos en condición de saturación. Las muestras se ensayaron según las indicaciones de la NTC 673 Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, que consiste en aplicar una carga triaxial de compresión a los cilindros hasta su falla (ICONTEC, 2010). Para la prueba de resistencia se empleó una máquina de ensayo calibrada, que se compone de bloques de apoyo de acero superior e inferior y con caras de apoyo en neopreno, que garantizan una superficie completamente plana para la uniformidad en la distribución de esfuerzos.

Figura 12

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto



Nota. Ubicación de la probeta de concreto en la máquina de ensayo, sobre los bloques de acero y con los apoyos de neopreno.

En el desarrollo de este ensayo, se asistió al Laboratorio de Materiales de la Universidad de Pamplona, con los respectivos protocolos de bioseguridad, a los 7, 14 y 28 días de curado. En cada tiempo, el cilindro se ubicó entre los bloques de la máquina con las caras de apoyo y se alineó la muestra con el centro esférico de la máquina, como se muestra en la Figura 12. Previamente, se definen las unidades de carga y se verifica el indicador de carga en valor cero (0). La carga de compresión es aplicada hasta que la muestra falle; al obtener el modo de falla, se registra la carga que produjo la falla. Los resultados fueron presentados mediante un informe resumido del ensayo (ver Apéndice L).

Los patrones de falla presentados en cada ensayo correspondieron a fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, con conos mal formados (Esquema Tipo 3 – NTC 673), evidenciados en la Figura 13.

Figura 13

Modo de falla en probeta de concreto



Nota. La figura muestra el patrón de falla obtenido, el cual fue similar en cada tiempo de curado y se relaciona con la preparación de la probeta.

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos, determinando que la resistencia última a la compresión es $f'_c = 3004 \text{ psi}$, evidenciando la influencia del tiempo de curado en la resistencia a la compresión, por tanto, un mayor tiempo de curado denota un aumento en la resistencia. Las muestras mostraron fallas no uniformes, posiblemente relacionadas con factores como la irregularidad en la superficie del espécimen, asociada a la fase de preparación de la muestra.

Tabla 4

Resultados ensayo de resistencia a la compresión del concreto para placa de concreto de 3000 psi e = 0.12 m Coliseo Cubierto Sede Virgen del Rosario

T.curado [días]	D [mm]	Área [pulg²]	Carga [lb]	Resistencia [psi]
7	152	28,13	62580	2225
14	150	27,39	81320	2968
28	151	27,76	83392	3004

Nota. En la tabla se presentan los tiempos de curado, el diámetro de cada probeta en milímetros, el área en pulgadas cuadradas y la carga de compresión para la falla de espécimen de concreto, finalmente, se obtiene la resistencia, siendo esta la carga aplicada sobre el área, en libras de fuerza por pulgada cuadrada.

Según los resultados, a los 7, 14 y 28 días de curado el concreto alcanzó el 74%, 98% y 100.1% de su resistencia de diseño de 3000 psi, respectivamente. Se verificó la concordancia de los resultados con la ficha técnica del producto (Figura 14) y su adecuada respuesta mecánica

ante los esfuerzos de compresión, igualmente, se verifica el cumplimiento con el apartado C.5.1.1 de la NSR-10 sobre calidad del concreto, mezclado y colocación, donde se establece que en un concreto diseñado y construido bajo normas técnicas no puede presentarse una resistencia última menor a 17 MPa (AIS, 2010). Además, se corroboró la influencia del tiempo de curado en el aumento de la resistencia.

Figura 14

Especificaciones técnicas del concreto de 3000 psi Tipo Bombeo con grava 3/4"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
ESPECIFICACIÓN	VALOR	OBSERVACIONES
Asentamiento	6+/- 1" (152.4 +/- 25 mm)	Evaluado de acuerdo con la NTC 396
Resistencia a la compresión a 28 días	3000 Psi (21 Mpa)	Evaluado de acuerdo con la NTC 673
Tamaño máximo nominal del agregado	3/4" (19 mm)	Proveedor Retrosaenz
Fraguado inicial	4 +/- 1 Horas	Evaluado de acuerdo con la NTC 890
Fraguado Final	9 +/- 1 Horas	Evaluado de acuerdo con la NTC 890
Características adicionales	Temperatura controlada. Desarrollo de resistencias aceleradas a 3 y 7 días. Fraguado Retardado. Fibras (nylon y polipropileno)	Esta característica se adiciona por requerimiento del cliente de acuerdo a sus necesidades y viabilidad técnica

Nota. En la figura se presentan las especificaciones técnicas del concreto de planta, con su valor y la norma de evaluación. Tomado de: CONCRETOS & MORTEROS (2020).

6. Conclusiones

Contar con información estratégica para la planeación de proyectos de construcción es una ventaja notable, ya que permite contar con datos de mayor precisión, cumplir el presupuesto que se elabora y controlar los procesos que conlleve el proyecto. Es fundamental conocer la

información sobre insumos y mano de obra, asimismo, información sobre proveedores y los costos en el sector; igualmente, resulta preciso conocer la variación de precios de insumos en el mercado y evaluar propuestas comerciales, que, a pesar de ser solo un valor preliminar, constituyen un punto de partida para la evaluación y selección de oferentes en los contratos de inversión pública.

Ediciones especializadas de Construprecios y Construdata representaron una herramienta completa para el estudio de información del sector de la construcción. El listado de materiales, equipo y remuneración de la mano de obra en el informe de Construprecios permitió complementar los estudios de precios de referencia del mercado, como actividad de apoyo al ingeniero supervisor. De igual manera, el listado del análisis de precios unitarios contribuyó a identificar con mayor facilidad las actividades que puede contener un proyecto de edificación, pero, especialmente, permitió destacar los elementos de un APU y la importancia de especificar el alcance, la unidad y el rendimiento, componentes esenciales al momento de establecer un valor unitario de referencia acorde al proyecto. Cabe resaltar que los APU de estos informes comprenden un valor de referencia que no puede emplearse para el presupuesto definitivo del proyecto, puesto que en algunas actividades puede no contemplar ciertos ítems requeridos para el proyecto; por tanto, para elaborar un presupuesto definitivo es necesario contar un APU que contenga datos reales ajustados a las especificaciones y condiciones del proyecto.

La elaboración de los presupuestos de referencia resultó un proceso de apoyo a la elaboración de los documentos de Términos Invitación Pública para el objeto del proyecto específico, generando el detalle de la lista de actividades y la estimación del presupuesto oficial.

A partir de esta actividad de apoyo se reconoció la importancia de la planeación del costo, debido a que, el oferente, en caso de resultar favorecido, deberá dar cumplimiento obligatorio al alcance, actividades, presupuesto y especificaciones técnicas. De esta manera, resulta fundamental la descripción y revisión detallada de cada ítem, evitando futuras discrepancias que generan atrasos y sobrecostos.

Consultar diferentes conceptos sobre contratación estatal conllevó a comprender la necesidad de diferenciar términos clave, como son, contrato adicional, adición de contratos y acta de menores cantidades. Ahora bien, mediante las actividades de apoyo al acta de liquidación, se observaron las variaciones que puede presentar cualquier contrato, bien sea por el contexto global o problemas internos, donde se requirieron obras adicionales referentes a ítems nuevos; adicionalmente, según el acta de mayores y menores cantidades 001, se sobrepasó el presupuesto inicial, por lo que se celebró una adición mediante un acuerdo entre las partes, que no implicó la modificación del objeto contractual, principalmente por no asumir la adición como un contrato adicional, evitando al máximo cometer delito de contrato.

El desarrollo de la práctica empresarial comprendió labores de apoyo administrativo y en la gestión de los proyectos, principalmente en la etapa de planeación, mediante la verificación de cantidades y revisión de diseños, asimismo, el contacto de proveedores, estudios de mercado y elaboración de presupuestos de referencia; además, se realizó la revisión y ajuste de actas. Las anteriores actividades descritas fueron relevantes para la planeación del costo del proyecto, mediante la estimación del recurso financiero, fase fundamental para culminar las obras y cumplir los objetivos en el alcance y tiempo establecidos.

Referencias Bibliográficas

- AIS, A. C. de I. S. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Título C: Concreto estructural*.
- Calero Cortez, R. A. (2015). *Comparación de los métodos A.P.U y Conteo ABC para el Análisis de Precios Unitarios en la construcción*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio de tesis de grado y posgrado PUCE. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/9718>.
- ICONTEC. (2010). *Norma Técnica Colombiana 673 Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto*.
- Mejía Aguilar, G. (2003). *Posibles alternativas para modelar y elaborar presupuestos de obra*. [Tesis de maestría, Universidad de Los Andes]. Repositorio Uniandes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/10015/u240079.pdf?sequence=1>.
- Mejía Aguilar, G. (2007). Análisis de presupuestos a través de metodologías de análisis de requerimientos para sistemas de información. *Gerencia Tecnológica Informática*, 6(15), 34–42.
- Mora Ruiz, T. Z. (2019). *La adición en valor y las actas de mayores y menores cantidades en los contratos de obra pública*. [Tesis de especialización, Universidad Santiago de Cali]. Repositorio Universidad Santiago de Cali. <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/431/LA%20ADICI%C3%93>

N%20EN%20VALOR.pdf?sequence=3

Oficina de Planeación de la Univerisidad de Pamplona. (s.f.). ¿Quiénes somos?

http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_71/recursos/01_general/21032013/quienes_somos.jsp

Project Management Institute. (2017). Dirección de proyectos (Guía del Pmbok). In *Guia de los*

Fundamentos para la direccion de Proyectos Sexta Edición. www.pmi.org

Rebolledo Bolaños, A. I. (2003). *Presupuestos enfocados a un control de obra efectivo*. [Tesis de

maestría, Universidad de Los Andes]. Repositorio Uniandes.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/9122/u234875.pdf?sequence=1>

Rojas López, M. D., & Bohórquez Patiño, N. A. (2010). Methodological aproximation for AIU

calculation. *Dyna*, 77(162), 293–302.

Serpell B., A. (2002). *Administracion de operaciones de construccion*. Alfaomega.

Universidad de Pamplona. (2012). *Plan de desarrollo 2012 – 2020*.

Universidad de Pamplona. (2017). *Registro Banco de Proyectos de Inversión, Vigencia: 2013-*

2020.

Universidad de Pamplona. (2021). *Plan de desarrollo 2021 – 2030*.