

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS PRELIMINARES PARA EDIFICIOS
MULTIFAMILIARES EN LIMA UTILIZANDO UNA BASE DE DATOS**

TOMO I

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

DIEGO ALONSO LÓPEZ MEZA

ID: 0009-0009-3145-544X

ASESOR

MBA. EDWARD ANDREI GARCIA MORI

ID: 0000-0002-0280-1667

Lima- Perú

2024

© 2024, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

Diego Alonso López Meza.

dlopezm@uni.pe

987-909-762

Dedicatoria

A mi madre María, la persona más importante de mi vida, por siempre confiar en mí.

A mi padre Ricarte en el cielo, por ser mi ejemplo cada día.

A mis hermanitas Mónica y Milusca, por siempre acompañarme.

A mi abuelito Felipe y mi tío Martín por su aliento incansable.

A mi tío Adán en el cielo, por todo su apoyo.

A mis sobrinitos Ricarte, Micaela y Romina.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me ayudaron a conseguir este logro tan importante para mí, muchas gracias.

Agradecimientos

A todas aquellas personas que me ayudaron en el proceso de la investigación, en especial a mis amigos el Ing. David Tello, a la Ing. Hilda Ruiz, y a mi asesor el Ing. Edward García Morí por todo su apoyo y asesoramiento.

ÍNDICE

Resumen	6
Abstract	7
Prólogo	8
Lista de Tablas.....	9
Lista de Figuras	10
Lista de Símbolos y Siglas.....	11
Capítulo I: Introducción.....	13
1.1 Generalidades.....	13
1.2 Descripción del Problema de la Investigación	16
1.2.1 Problema General.....	17
1.2.2 Problemas Específicos.....	17
1.3 Objetivos del Estudio	17
1.3.1 Objetivo General	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
1.4 Antecedentes Investigativos.....	18
1.4.1 Investigaciones recientes acerca del tema.....	18
1.4.2 Puntos que aún no han sido tratados	19
1.5 Hipótesis	19
1.5.1 Hipótesis General	19
1.5.2 Hipótesis Específicas	20
1.6. Variables.....	20
Capítulo II: Marco Teórico y Conceptual.....	23
2.1 Gestión de Costos de un Proyecto	23
2.1.1 Estimar los Costos de un Proyecto.....	25

2.1.2	Determinar el Presupuesto de un Proyecto	27
2.2.	Fases de un Proyecto de Edificio de Viviendas Multifamiliar	28
2.2.1.	Fase de Pre-diseño	29
2.2.2.	Fase de Desarrollo de Ingenierías.....	29
2.2.3.	Fase de Construcción	29
2.2.4.	Fase de Puesta en Marcha	30
2.3.	Estudio de Viabilidad de un Proyecto de Edificio de Viviendas Multifamiliar.....	30
2.3.1.	Viabilidad Técnica y Constructiva.....	30
2.3.2.	Viabilidad Económica y Financiera.....	32
2.3.3.	Viabilidad Legal.....	35
2.4.	Plazo de Ejecución de un Proyecto	37
2.5.	Envergadura de un Proyecto.....	38
2.6.	Parámetros de un Proyecto de Edificio de Viviendas Multifamiliar.....	39
2.6.1.	Parámetros Cualitativos	39
2.6.2.	Parámetros Cuantitativos	39
2.7.	Información Técnica de un Proyecto de Edificio de Viviendas Multifamiliar	40
2.8.	Tecnología Constructiva para un Proyecto de Edificio de Viviendas Multifamiliar	41
2.9.	Parámetros Urbanísticos de una Jurisdicción.....	44
2.10.	Características Medioambientales para un Proyecto de Edificio de Viviendas Multifamiliar	47
2.11.	Presupuesto	49
2.11.1.	Presupuesto de Tiempo	49
2.11.2.	Presupuesto de Costo.....	50
2.11.2.1.	Presupuesto de Orden de Magnitud.....	50
2.11.2.2.	Presupuesto de Estudio o Paramétrico	50

2.11.2.3. Presupuesto Preliminar (también llamado de Estimación por componentes)	51
2.11.2.4. Presupuesto Detallado (también llamado de Ensamblados de Costo)	51
2.11.2.5. Estimado Definitivo	51
2.11.3. Costos Directos y Costos Indirectos.....	52
2.11.4. Cantidades o Metrados	52
2.11.5. Análisis de Precios Unitarios	53
2.11.5.1. Mano de Obra	54
2.11.5.2. Materiales	55
2.11.5.3. Equipos.....	56
2.11.5.4. Sub-contratos.....	57
2.12. Uniformat	58
2.12.1. Los Criterios para la Clasificación	58
2.12.2. Costos Elementales	59
2.12.3. Ratios Unitarios y Cuantías.....	59
2.12.4. Costos de Componentes.....	59
2.13. Base de Datos	60
2.14. Zonificación de Lima por Sectores	66
2.15. Análisis Estadístico de una Base de Datos	67
2.16. Trazabilidad en el Entorno de la Gerencia de Proyectos.....	73
2.17. Buenas Prácticas en la Gestión de Proyectos.....	74
2.18. Ingeniería de Valor.....	76
Capítulo III: Metodología de Estudio	78
3.1. Tipología de la Investigación.....	78
3.1.1. Método de la Investigación.....	78
3.1.2. Tipo de Investigación	78
3.1.3. Nivel de la Investigación	78
3.1.4. Diseño de Investigación	79

3.2.	Población y Muestra.....	79
3.2.1.	Población	79
3.2.1.1.	Criterios de Inclusión.....	79
3.2.1.2.	Criterios de Exclusión	80
3.2.2.	Diseño Muestral	81
3.3.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	82
3.3.1.	Tipos de Técnicas e Instrumentos.....	82
3.3.2.	Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	82
3.3.3.	Procedimientos para la recolección de datos	82
3.4.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Información.....	82
Capítulo IV. Presentación, Procesamiento y Análisis Estadístico de la Muestra		83
4.1.	Presentación de la Muestra.....	83
4.2.	Procesamiento y Generación de una Base de Datos en Formato Uniformat II	90
4.2.1.	Procesamiento de Presupuestos con Partidas Presupuestales Clásicas o Tradicionales a Presupuestos con Formato Uniformat II	91
4.2.2.	Generación de Base de Datos en el Formato Uniformat II	96
4.3.	Análisis Estadístico de la Base de Datos	102
Capítulo V. Elaboración de Presupuestos Preliminares		104
5.1.	Elaboración de Presupuestos Preliminares.....	104
5.1.1.	Obtención de los Parámetros del Proyecto	104
5.1.2.	Generación de los Costos por Partida.....	106
5.1.3.	Elaboración de Presupuestos Preliminares.....	107
5.2.	Evaluación de Desviaciones de Costos en Presupuestos	107
5.2.1.	Revisión del Costo de una Partida de un Presupuesto.....	107
5.2.2.	Revisión del Precio Unitario de una Partida de un Presupuesto.....	110
5.2.3.	Revisión de un Presupuesto Completo	110

Capítulo VI. Presentación y Análisis de Resultados	112
Conclusiones	133
Recomendaciones	137
Referencias Bibliográficas	139
Anexos	144

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo elaborar una metodología que use una base de datos que tiene que ser analizada estadísticamente, para generar nuevos presupuestos preliminares con intervalos de confianza de 95% para edificios multifamiliares en Lima.

Para efectos de la estructura de la base de datos, se optó por usar el formato Uniformat II de la ASTM, esto debido a que es un formato estandarizado.

Se escogieron los edificios multifamiliares en Lima como población de la investigación debido al déficit de vivienda que afecta al Perú y por consiguiente a Lima, su ciudad más poblada. Se manejó una muestra de 11 proyectos que encajan dentro de características de similitud que permitían la evaluación. Adicionalmente, se verificó que no existen investigaciones similares a la planteada en esta investigación.

El precio unitario promedio de la muestra analizada estadísticamente con niveles de confianza del 95% resultó ser de S/1,599.61 a nivel de costo directo sin incluir IGV con un margen de error del $\pm 5.35\%$.

La teoría referente a la elaboración de presupuestos preliminares nos indica que estos tienen un margen de error de $\pm 15\%$. Los resultados de la presente investigación, arrojan un margen error general de $\pm 5.35\%$, el cual es un margen de error cercano al que plantea un presupuesto definitivo ($\pm 5\%$).

Se considera que los resultados de la presente investigación sirven de ejemplo sobre el tratamiento que una organización (empresa constructora, inmobiliaria, o de gerencia de proyectos) puede tener sobre su información referente a los presupuestos de sus obras de construcción.

La metodología usada básicamente busca analizar estadísticamente cada una de las partidas presupuestales para lo cual evalúa los diferentes niveles de las partidas, centrando esfuerzos en determinar el margen de error, para de esta manera poder indicar el grado de certeza del valor promedio de los precios de las diferentes partidas.

ABSTRACT

This research aims to develop a methodology that utilizes a database requiring statistical analysis to generate new preliminary budgets with 95% confidence intervals for multifamily buildings in Lima.

For the database structure, the Unifomat II format of ASTM was chosen due to its standardized nature. Multifamily buildings in Lima were selected as the research population due to the housing deficit affecting Peru and, consequently, its most populous city, Lima. A sample of 11 projects was used, which met similarity criteria allowing for evaluation. Additionally, it was verified that no similar studies exist.

The average unit price of the sample, analyzed statistically with 95% confidence levels, was S/1,599.61 at the direct cost level excluding VAT, with a margin of error of $\pm 5.35\%$.

Theory regarding the preparation of preliminary budgets suggests that they have a margin of error of $\pm 15\%$. The results of this research show a general margin of error of $\pm 5.35\%$, which is close to the margin proposed for a definitive budget ($\pm 5\%$).

It is considered that the results of this research serve as an example of how an organization (Construction Company, real estate firm, or project management entity) can handle information related to the budgets of their construction projects. The methodology used essentially aims to statistically analyze each budget item, evaluating different levels of the items, focusing efforts on determining the margin of error, in order to indicate the degree of certainty of the average value of the prices of the different items.

PRÓLOGO

Una de las grandes preocupaciones que existe al momento de proyectar el valor aproximado del monto del presupuesto de un proyecto definitivo es, precisamente, saber si los criterios utilizados para tal proyección son suficientes y/o adecuados. Así obtener un valor que tenga un margen de error muy reducido con respecto al valor final obtenido. El mercado inmobiliario no es ajeno a esta problemática.

El autor de la presente investigación, en la presente investigación, consigue establecer un método para poder proyectar el presupuesto tentativo con un margen muy reducido, sin tener que realizar todos los estudios definitivos que conllevaría obtener el valor real. Para este fin, realiza un análisis estadístico a los valores parciales de las partidas de proyectos similares, agrupadas acorde al formato UNIFORMAT, obteniendo distribuciones de datos con los que puede hacer las proyecciones esperadas.

Su investigación, centrada en proyectos inmobiliarios, resulta muy interesante y llega a obtener un método muy efectivo y eficiente que logra solucionar su problemática. Asimismo, la presente tesis cumple, de manera metódica y ordenada, con el correcto análisis de los alcances de sus objetivos, hace una descripción muy detallada de la metodología de análisis estadístico utilizada, valida sus hipótesis y, termina presentando conclusiones y recomendaciones muy adecuadas, que son coherentes con el desarrollo de toda la investigación.

Asesor.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de Variables	21
Tabla 2: Fases de un proyecto de edificios de viviendas multifamiliar.....	28
Tabla 3: Formato Uniformat II, estructura usada para esta investigación.....	60
Tabla 4: Resumen de proyectos: áreas y año de construcción.	83
Tabla 5: Resumen de proyectos: costos y tipo de cambio.	84
Tabla 6: Datos del Proyecto 01: 01-MOD-SANMIGUEL-01	85
Tabla 7: Datos del Proyecto 02: 02-MOD-LINCE-01	86
Tabla 8: Datos del Proyecto 03: 03-MOD-LINCE-02.....	86
Tabla 9: Datos del Proyecto 04: 04-TOP-SURCO-01	87
Tabla 10: Datos del Proyecto 05: 05-TOP-MIRAFLORES-01	87
Tabla 11: Datos del Proyecto 06: 06-TOP-MIRAFLORES-02	87
Tabla 12: Datos de Proyecto 07: 07-TOP-MIRAFLORES-03.....	88
Tabla 13: Datos del Proyecto 08: 08-TOP-SANISIDRO-01	88
Tabla 14: Datos del Proyecto 09: 09-TOP-SANISIDRO-02.....	89
Tabla 15: Datos del Proyecto 10: 10-TOP-BARRANCO-01	89
Tabla 16: Datos del Proyecto 11: 11-TOP-BARRANCO-02	89
Tabla 17: Conformación típica de partidas en proyectos en Perú.	91
Tabla 18: Niveles de jerarquía en la estructura del Formato Uniformat II.....	91
Tabla 19: Presupuesto Tradicional – Ejemplo: Partida de Mov. de Tierras.	94
Tabla 20: Ejemplo de tabla anterior llevada a Formato Uniformat II.....	95
Tabla 21: Ejemplo de resumen del presupuesto de 02-MOD-LINCE-01.	96
Tabla 22: Presupuesto del proyecto 02-MOD-LINCE-01 en Uniformat II	97
Tabla 23: Formato Uniformat II. Vista de las partidas hasta el Nivel 03.	98
Tabla 24: Costos generados para el proyecto 01-MOD-SANMIGUEL-01.	116
Tabla 25: Precios Unitarios de Partida Casco para toda la muestra.....	118
Tabla 26: Valores estadísticos de la partida del ejemplo (Casco).	120
Tabla 27: Caso aplicativo, P.U. Promedio y Márgenes de Error a Nivel 1.....	123
Tabla 28: P.U. promedio y márgenes de error de la muestra hasta el nivel 3. .	124
Tabla 29: Comparación de P.U. del proyecto 01-MOD-SANMIGUEL-01.	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vista tipo corte de un edificio tipo vivienda multifamiliar típico.	42
Figura 2: Parámetros Urbanísticos para lote en dirección Malecón Bajada de Balta N°762 – 768.....	45
Figura 3: Parámetros Urbanísticos para lote en dirección Malecón Bajada de Balta N°762 – 768.....	46
Figura 4: Parámetros Urbanísticos para lote en dirección Malecón Bajada de Balta N°762 – 768.....	46
Figura 5: Parámetros Urbanísticos para lote en dirección Malecón Bajada de Balta N°762 – 768.....	47
Figura 6: $P(t_v > t_v, \alpha/2) = \alpha/2$	71
Figura 7: Puntos de corte de la distribución t Student.	71
Figura 8: Flujo de Procesamiento de Presupuestos Formato Clásico a Formato Unifomat II.	93
Figura 9: Flujograma de metodología que usa una base de datos para generar presupuestos preliminares con intervalos de confianza de 95% para edificios multifamiliares en Lima.	115
Figura 10: Puntos de corte de la distribución t Student.	121
Figura 11: Flujograma de Evaluación de Desviaciones de Costos de un Presupuesto Utilizando la Base de Datos en Formato Unifomat II. .	130

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

ACI	:	Agua Contra Incendios
ATI	:	Área Techada Intervenida
ATT	:	Área Techada Total
BCRP	:	Banco Central de Reserva del Perú
BDD	:	Base de Datos
CCTV	:	Circuito Cerrado de Cable y TV
DACI	:	Detección y Alarma Contra Incendios
Ed.	:	Edición, editorial, editor
etc.	:	Etcétera
Glb.	:	Global
GLP	:	Gas Licuado de Petróleo
GN	:	Gas Natural
IIEE	:	Instalaciones Eléctricas
IIGG	:	Instalaciones de Gas
IIMM	:	Instalaciones Mecánicas
IISS	:	Instalaciones Sanitarias
INEI	:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
kg	:	Kilogramo
km	:	Kilómetro
kVA	:	Kilovoltamperio
kW	:	Kilovatio
m.l.	:	Metro lineal
m2	:	Metro cuadrado
m3	:	Metro cúbico
NISTIR	:	National Institute of Standards and Technology Interagency or Internal Report
p.ej.	:	Por ejemplo
PMBOK	:	Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos del PMI
PMI	:	Project Management Institute
PPTO	:	Presupuesto

ROM	:	Estimación aproximada por orden de magnitud
s.f.	:	Sin fecha
SIGV	:	Sin Impuesto General a las Ventas
TIR	:	Tasa Interna de Retorno
UANL	:	Universidad Autónoma de Nuevo León
Und	:	Unidad
VAN	:	Valor Actual Neto

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

En la actualidad existe una gran variedad de información respecto a la estimación de costos de un proyecto y sus diferentes usos. Por lo general esta información viene inmersa en bibliografía dentro de un marco general que comprende no solo las etapas de estimación de costos y determinación de presupuestos sino también las etapas de planificación de gestión de costos, y control de costos.

El Project Management Institute (2017), dentro de su “Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos” – Sexta Edición, menciona dentro de su descripción general de los procesos de Gestión de los Costos de un proyecto en el segundo punto la “Estimación de Costo”, seguido en el tercer punto de la “Determinación del Presupuesto”. De acuerdo al Project Management Institute (2017), en la actualidad se identifican diversas herramientas para la elaboración de estimaciones de costos tales como: juicio de expertos, estimación análoga, estimación paramétrica, estimación ascendente, estimación por tres valores, análisis de reservas, costos de calidad, software de gestión de proyectos, análisis de ofertas de proveedores, técnicas grupales de toma de decisiones.

Gardner G. (2001), señala una clasificación clara de los niveles que existen cuando se trata de un presupuesto inicial de obra, el texto desarrolla además temas complementarios, tales como cuantificación de materiales, definiciones de costos directos e indirectos, mano de obra, formas de pago, temas financieros, entre otros. Sin embargo, es la clasificación de los presupuestos en lo que resalta pues la divide en: presupuesto de orden de magnitud, presupuesto de estudio o paramétrico, presupuesto preliminar, presupuesto detallado y estimado definitivo. Y acorde con esta clasificación, que en el libro se describe de manera detallada, es que el tema de la presente tesis hace referencia a un “presupuesto preliminar”.

Un presupuesto preliminar es una estimación inicial de los costos de un proyecto de construcción, que se elabora en las primeras etapas de planificación, generalmente antes de contar con todos los detalles específicos del diseño y la ingeniería. Este tipo de presupuesto se basa en información limitada, como estudios preliminares, diseños conceptuales y datos históricos, y se utiliza como una guía aproximada para prever el costo total del proyecto.

Características del Presupuesto Preliminar:

- Estimación aproximada: se apoya en datos generales y algunos supuestos.
- Incertidumbre: tiene márgenes de error mayores a los presupuestos detallados y definitivos.
- Uso de costos unitarios o paramétricos: puede usar precios unitarios, pero también puede usar precios de otros proyectos.

Importancia del Presupuesto Preliminar:

- Toma de decisiones iniciales: ayuda a evaluar la viabilidad y el desarrollo del proyecto en las primeras etapas.
- Evaluación de factibilidad financiera: al comparar el presupuesto preliminar con los recursos financieros disponibles, se puede decidir si el proyecto es factible o requiere ajustes económicos.
- Definición del alcance del proyecto: si el presupuesto preliminar resulta elevado puede optarse por dividir el proyecto en etapas.
- Base para la planificación: de forma preliminar ayuda a saber el costo y el tiempo necesarios para la ejecución del proyecto.
- Gestión de riesgos: dado que brinda una idea primaria del costo, con base en esto se pueden evaluar los riesgos asociados, para a su vez determinar las medidas necesarias para mitigar riesgos.
- Guía para negociaciones: sirve para poder establecer que alcances compondrán el proyecto e ir gestionando negociaciones con los diferentes proveedores.
- Planificación de financiamiento: bancos o grupos de inversores muchas veces requieren una estimación primaria del costo del proyecto para brindar un financiamiento.

El uso de bases de datos en estimación de costos, específicamente en edificios multifamiliares en Lima, es un tema que ha sido tocado poco o nulamente. La investigación se enfoca en utilizar una base de datos como herramienta para mejorar la precisión de los presupuestos preliminares, también busca determinar: los tipos de datos a utilizar en la base de datos, los modelos estadísticos y econométricos.

De esta revisión se puede indicar que se tiene la oportunidad de ahondar investigación en lo que refiere a la generación de una base de datos que sirva de herramienta para generar presupuestos preliminares, pero que a su vez tenga la característica de haber pasado una evaluación estadística que permitirá generar presupuestos más precisos con intervalos de confianza.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Para 2023 el Perú llegó a tener 33 millones 726 mil habitantes según cifras expresadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2023). Actualmente existe un déficit habitacional en todo el país de alrededor 1.8 millones de unidades habitacionales, de los cuales 1.3 millones es déficit cualitativo y 500 mil es déficit cuantitativo. Datos recogidos a través de la revista MiVivienda, edición 187 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú (MVCS, 2024). Con los antecedentes previamente mencionados, y teniendo en consideración que la mayoría de la población del país se encuentra en Lima, esta investigación ha centrado esfuerzos en el aspecto referido a la gestión de costos de la construcción de viviendas, particularmente en edificios multifamiliares en Lima.

Se ha revisado que no existe un estudio referido al tratamiento de información valiosa como son los presupuestos de obra (a nivel de línea base de costos). Esta investigación busca poder utilizar dicha información para la generación de nuevos presupuestos que cada vez sean más precisos o cuya precisión sea determinada científicamente.

Para ello, se ha visto por conveniente usar intervalos de confianza del 95% en el análisis estadístico, el motivo es que esto nos va a permitir saber el margen de error de la muestra analizada, el cual es un indicador valioso pues brinda una idea rápida de la precisión de los resultados.

La investigación se centrará en determinar una metodología que genere precios unitarios promedios y que a su vez indique el margen de error que estos pudieran tener, a la par que evalúa las ventajas de usar un listado de partidas presupuestales estandarizado como es el del formato Uniformat II.

Esta metodología va a permitir tanto generar nuevos presupuestos preliminares como poder verificar los costos de otros presupuestos que tengan características similares a las de la base de datos.

1.2.1 Problema General

¿Cómo elaborar una metodología que usa una base de datos para generar presupuestos preliminares con intervalos de confianza de 95% para edificios multifamiliares en Lima?

1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cómo aplicar el Formato Uniformat II como apoyo para crear una base de datos para generar presupuestos preliminares para edificios multifamiliares en Lima?
- b) ¿Cómo evaluar posibles desviaciones a nivel de partidas presupuestales de una base de datos creada a partir de presupuestos de edificios multifamiliares utilizando análisis estadístico?
- c) ¿Cómo evaluar posibles desviaciones de costos en presupuestos a nivel de línea base de costos en edificios multifamiliares en Lima utilizando una base de datos generada a partir del formato Uniformat II?

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1 Objetivo General

Elaborar una metodología que usa una base de datos para generar presupuestos preliminares con intervalos de confianza de 95% para edificios multifamiliares en Lima.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Aplicar el Formato Uniformat II como apoyo para crear una base de datos para generar presupuestos preliminares para edificios multifamiliares en Lima.
- b) Utilizar análisis estadístico para evaluar posibles desviaciones a nivel de partidas presupuestales de una base de datos creada a partir de presupuestos de edificios multifamiliares.
- c) Evaluar posibles desviaciones de costos en presupuestos a nivel de línea base de costos en edificios multifamiliares en Lima utilizando una base de datos generada a partir del Formato Uniformat II.

1.4 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.4.1 Investigaciones recientes acerca del tema

A continuación, se mencionarán investigaciones recientes relacionadas de alguna manera con el tema del presente plan de tesis, incluyendo otras tesis:

Existen investigaciones similares donde se busca obtener un beneficio económico en la construcción de edificios de oficinas, pero desde el punto de vista de la gestión de la construcción, tal es el caso del trabajo de suficiencia: Planificación, programación y control de procesos constructivos del casco del proyecto de edificios de oficinas PAL 400, donde, con base en herramientas de programación y control del proyecto se buscan optimizar los costos de la construcción. (Tochon, 2021).

También desde el enfoque de la gestión de la construcción, con énfasis en la teoría del valor ganado y en la herramienta conocida como resultado operativo que sirve para evaluar ganancias o pérdidas en la gestión de los costos del proyecto mediante evaluaciones periódicas de la salud financiera del proyecto, el trabajo de investigación: Control de costos en un edificio multifamiliar aplicado a una constructora, busca mostrar como con estos análisis periódicos, y las herramientas de gestión adecuadas se pueden corregir posibles desviaciones y tener cierto nivel de certeza sobre los resultados económicos del proyecto (Celis, 2019).

Desde el punto de vista estadístico, con énfasis en el análisis de riesgos y apoyado en el PMBOK 6ta Edición, y usando el método de Monte Carlo para evaluar diferentes escenarios, la tesis de grado: Mejora en la estimación de presupuestos de edificios multifamiliares mediante el método de Monte Carlo aplicado a riesgos con diferente comportamiento en la fase de planificación de proyecto, muestra el

impacto del análisis de riesgos en los presupuestos de proyectos de edificios multifamiliares. (García, 2020)

Desde el punto de vista del análisis macro del modelo de negocio de un proyecto de un edificio multifamiliar en Miraflores - Lima, la tesis de maestría: Proyecto Inmobiliario para Edificio Multifamiliar en Miraflores, analiza de manera integral la viabilidad de la rentabilidad de la construcción de un edificio multifamiliar, evaluando aspectos como: estudio de mercado, marketing, presupuesto, cronograma, aspectos financieros como VAN y TIR, análisis de riesgos, velocidades de venta, entre otros. (Lira, 2019)

1.4.2 Puntos que aún no han sido tratados

Como se observa, si existen investigaciones que guardan cierto grado de relación, ya sea porque son destinadas al mismo objetivo (edificios multifamiliares) o porque se enfocan en el tema de costos, sin embargo, para la presente investigación, se considera que no se ha realizado anteriormente una investigación que enfoque de tal manera que podamos partir de una idea básica de edificios de viviendas multifamiliares con las características de estar ubicados en Lima Top y Lima Moderna, donde se concentra el 70% del desarrollo inmobiliario según El Comercio, N. (2020, enero 29), y la obtención ágil de un estimado presupuestal. Si bien es cierto las investigaciones mencionadas anteriormente se enfocan en los procesos de Planificación de la Gestión de los Costos y Controlar los Costos, la presente investigación abarca principalmente los procesos de Estimar los Costos y Determinar el Presupuesto, esta agrupación de procesos ha sido considerada a partir de la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) – Sexta Edición del PMI (2017).

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis General

Utilizando una metodología que usa una base de datos se podrán elaborar presupuestos preliminares con intervalos de confianza de 95% para edificios multifamiliares en Lima.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- a) Aplicando el Formato Uniformat II como apoyo para crear una base de datos se podrán generar presupuestos preliminares para edificios multifamiliares en Lima.
- b) Utilizando análisis estadístico se podrán evaluar posibles desviaciones a nivel de partidas presupuestales de una base de datos creada a partir de presupuestos de edificios multifamiliares.
- c) Utilizando una base de datos generada a partir del Formato Uniformat II se podrá evaluar posibles desviaciones de costos en presupuestos a nivel de línea base de costos en edificios multifamiliares en Lima.

1.6. VARIABLES

Matriz de Operacionalización de Variables

Con la finalidad de organizar los conceptos y fundamentos necesarios para el desarrollo de la investigación, se desarrolla la matriz de operacionalización de variables que se muestra en la Tabla 1.

Teniendo en consideración el objetivo general: Elaborar una metodología que usa una base de datos para generar presupuestos preliminares con intervalos de confianza de 95% para edificios multifamiliares en Lima.

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Instrumento de Medición	Escala de Medición
VD: Generación de presupuestos preliminares con intervalos de confianza de 95%.	La estimación preliminar de costos para la implementación de un proyecto, donde se utiliza análisis estadístico para proporcionar un rango de confianza del 95% en la predicción de los costos totales. Este rango refleja la variabilidad y la incertidumbre asociada con las estimaciones iniciales.	Se refiere al proceso mediante el cual se calculan los costos iniciales para un proyecto. Estos cálculos incluyen un análisis estadístico que genera un intervalo de confianza del 95%, indicando que existe un 95% de probabilidad de que el costo real del proyecto se encuentre dentro del rango estimado.	<ol style="list-style-type: none"> Presupuestos preliminares de edificios de vivienda multifamiliares en Lima. Rango de los intervalos de confianza (límites inferiores y límites superiores). Varianza o desviación estándar de los costos estimados. 	1. Software de análisis estadístico para calcular los intervalos de confianza (Microsoft Excel).	1. Escala de razón: se medirá en moneda peruana (soles), donde los valores pueden ser comparados de manera absoluta y hay un cero absoluto (costo nulo).

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Instrumento de Medición	Escala de Medición
VI: Elaboración de una metodología que usa una base de datos.	Proceso de diseño y desarrollo de un conjunto de procedimientos sistemáticos que guían la recolección, el procesamiento y el análisis de datos. La metodología se basa en la utilización de una base de datos estructurada que centraliza y organiza la información relevante para facilitar la toma de decisiones informadas.	Se refiere al desarrollo de un marco de trabajo metodológico en el cual se define cómo se va a utilizar una base de datos para gestionar la información obtenida. Esto incluye el diseño del protocolo para la recolección de datos, el procesamiento de la información dentro de la base de datos, y el análisis de dichos datos.	<p>1. Número de partidas presupuestales, en este caso definidas por el formato Uniformat II.</p> <p>2. Nivel de precisión y consistencia de los datos almacenados en la base de datos.</p> <p>3. Uso efectivo de la base de datos para generar presupuestos preliminares y analizar la precisión de otros presupuestos.</p>	<p>1. Base de datos detallada que describe los procedimientos de recolección y análisis de datos.</p> <p>2. Software de base de datos utilizado (Microsoft Excel).</p>	<p>1. Escala nominal y ordinal: Para la medición del estado de la metodología (completado, en desarrollo, no iniciado) y para la clasificación de los diferentes tipos de datos recolectados.</p> <p>2. Escala de razón: Para la cuantificación de la cantidad de registros en la base de datos, y precisión de los datos.</p>

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Para la presente investigación se necesitará reconocer o tener noción de los siguientes conceptos y fundamentos:

2.1 GESTIÓN DE COSTOS DE UN PROYECTO

Es una disciplina dentro de la gestión de proyectos, la cual se enfoca en que el proyecto se desarrolle dentro de su presupuesto. Project Management Institute, Inc. (2017) indica que “La Gestión de los costos del Proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.” (p.231).

La gestión de los costos de un proyecto es una pieza clave dentro del ciclo de vida de un proyecto de construcción. Es sumamente importante que los costos planeados a ser gastados en el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto (que por lo general son estimados en el inicio de cada proyecto) y los realmente incurridos en cada una de estas etapas (y esto se puede observar recién en el desarrollo del proyecto) mantengan una cercanía y de presentarse alguna desviación, esta debería ser mínima y de ser posible los costos realmente incurridos deberían ser menores a los planeados.

A lo largo del tiempo se han desarrollado diversos indicadores con respecto a la gestión de costos de un proyecto. Estos indicadores buscan alertar de manera oportuna las posibles desviaciones que pudieran estarse generando para cada momento del proyecto. Estos indicadores de gestión de costos se pueden revisar con el desarrollo del marco teórico de la teoría del valor ganado, desarrollado más adelante.

Es importante tener en consideración que todo proyecto parte de un financiamiento que pudiera ser propio, de origen en un grupo de inversores, o proveniente por parte de algún banco, entre otros. De aquí la importancia de que lo estimado inicialmente coincida lo más posible con lo

realmente incurrido, pues imaginemos que en cierta etapa del proyecto se requiera de un gasto mayor al que se tenía planeado, esto podría traer problemas de liquidez que podrían impactar directamente en el desarrollo del proyecto.

Se debe tener presente que la mayoría de proyectos de construcción en edificaciones multifamiliares tienen un origen comercial, es decir, se busca generar una ganancia o beneficio económico, viendo este punto de vista también resulta importante que la estimación inicial del presupuesto de un determinado proyecto sea la adecuada, pues en función a esto es que se generan las expectativas con respecto a la utilidad que se podría obtener, la formulación de un presupuesto errado podría desembocar en la obtención al término del proyecto de una utilidad por debajo de lo esperado o en el peor de los casos una utilidad negativa o pérdida.

Esta investigación encaja en la gestión de los costos de un proyecto en los procesos de “estimar” y “presupuestar”, los otros dos grandes procesos que son “planificar” y “controlar” están directamente interrelacionados con los dos primeros, se podría decir que no se pueden dividir puesto que no se podría controlar los costos sin tener un presupuesto, y a su vez un presupuesto se apoya en las estimaciones de costos que se puedan hacer, y a su vez estos tres procesos han sido planificados previamente por el equipo de dirección de proyectos.

Para PMBOK, el Project Management Institute (2017), actualmente en el contexto de dirección de proyectos es muy usada la Teoría del Valor Ganado para el control de costos de un proyecto, en su origen está enfocada desde el punto de vista del contratista o constructor y su principal indicador para costos es el CPI (Cost Performance Index o Índice de Desempeño del Costo) que a su vez se apoya en tres indicadores: AC (Actual Cost o Costo Real) y EV (Earned Value o Valor Ganado). En fórmula, el $CPI = EV/AC$, donde para explicarlo de una manera simple el EV vendría a ser cada una de las valorizaciones periódicas que el contratista podría percibir por los trabajos realizados, y el AC vendría a ser los costos reales incurridos por el contratista para efectuar el trabajo por el cual recibe

la compensación económica. De esta manera es fácil entender que si $EV > AC$, entonces el contratista o constructor tendría un margen de utilidad positivo, y en su defecto si $EV < AC$, entonces el contratista o constructor tendría una utilidad negativa. Es por esto que se interpreta un $CPI < 1$ como un mal indicador o un indicador que puede reflejar una posible pérdida, y por el contrario un $CPI > 1$ es un indicador que refleja una posible ganancia o utilidad positiva.

Dentro de las organizaciones y para efectos del proceso de “control presupuestal” se usa la herramienta del Resultado Operativo (RO), la cual evalúa CPI descomponiendo el Presupuesto de obra en las Partidas de Control que plantea cada organización, un Resultado Operativo se realiza de manera periódica, por lo general mensual, y busca visualizar, evaluar y anticipar posibles desviaciones a la fecha y a futuro, buscando provisionar las desviaciones futuras para efectos de tenerlas mapeadas, y cuantificando ahorros o pérdidas enfocándose en identificar las causas de cada una.

2.1.1 Estimar los Costos de un Proyecto

Con respecto a estimar los costos de un proyecto, Project Management Institute, Inc. (2017) menciona que:

Estimar los Costos es el proceso que consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que determina el monto de los costos requerido para completar el trabajo del proyecto. (p.240).

Algunas de las consideraciones que se deben tener con referencia al nivel de detalle de la estimación de los costos según, Project Management Institute, Inc. (2017) son que:

Se deben revisar y refinar las estimaciones de costos a lo largo del proyecto para ir reflejando los detalles adicionales a medida que éstos se van conociendo y que se van probando los supuestos de partida. La exactitud de la estimación del costo de un proyecto aumenta conforme el proyecto avanza a través de su ciclo de vida.

Un proyecto en su fase de inicio, por ejemplo, puede tener una estimación aproximada por orden de magnitud (ROM) en el rango de -25% a +75%. En una etapa posterior del proyecto, conforme se va contando con más información, el rango de exactitud de las estimaciones puede reducirse de -5% a +10%. En algunas organizaciones existen pautas sobre cuándo pueden efectuarse esos refinamientos y cuál es el grado de confianza o exactitud esperado. (Project Management Institute, Inc., 2017, p.241).

En referencia a las consideraciones a tener en la estimación de costos de un proyecto, Project Management Institute, Inc. (2017) menciona que:

Se estiman los costos para todos los recursos que se van a asignar al proyecto. Estos incluyen, entre otros, el personal, los materiales, el equipamiento, los servicios y las instalaciones, así como otras categorías especiales, tales como el factor de inflación, el costo de financiación o el costo de contingencia. Una estimación de costos consiste en una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar la actividad. Las estimaciones de costos se pueden presentar a nivel de actividad o en formato resumido. (Project Management Institute, Inc., 2017, p.241).

Objetivos de la Estimación de Costos:

Los objetivos de la estimación de costos nos ayudarán a entender por qué y evaluar las ventajas. Álvarez (2011) menciona:

Las valoraciones económicas de una obra tienden a tener los siguientes objetivos:

- Servir de base para fijar los precios de venta por las obras o servicio.
- Evaluación conceptual y estudios de viabilidad.
- Ayudar al equipo de trabajo a evaluar y seleccionar soluciones alternativas.
- Control de costos.
- Establecer rangos de costo y calendario durante las fases del proyecto.

- Aprobación para la adquisición de suministros, servicios y contratos.
- Proporcionar datos de estudios de ingeniería de valor, análisis independientes y de referencia para cambios.
- Controlar la eficiencia de las operaciones.
- Analizar el rendimiento del proyecto y de los recursos.
- Tomar acciones correctivas. (p.8)

2.1.2 Determinar el Presupuesto de un Proyecto

Determinar el Presupuesto es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo de cara a establecer una línea base de costos autorizada. El beneficio clave de este proceso es que determina la línea base de costos con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto. (Project Management Institute, Inc., 2017, 248)

El presupuesto de un proyecto contempla todos los fondos autorizados para ejecutar el proyecto. La línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto del proyecto del proyecto desde la perspectiva de sus diferentes fases, pero no incluye las reservas de gestión. (Project Management Institute, Inc., 2017, 248)

Usualmente se suelen dividir los costos de un presupuesto en dos grandes grupos: costos directos (que son los que gastos que van directamente a la ejecución de la obra) y costos indirectos (que son los gastos necesarios para la ejecución de la obra, pero no se ven reflejados directamente en la gestión de la construcción de la obra).

Los Costos Directos se suelen agrupar dentro de un presupuesto de la siguiente forma:

- a) Obras Preliminares
- b) Estructuras
- c) Arquitectura
- d) Instalaciones Eléctricas
- e) Instalaciones Sanitarias
- f) Instalaciones de Agua Contra Incendios
- g) Detección y Alarma Contra Incendios
- h) Instalaciones Mecánicas

- i) Instalaciones de Gas
- j) Ascensores
- k) Circuito Cerrado de TV

Los Costos Indirectos por su parte suelen agruparse dentro de un presupuesto de la siguiente forma:

- a) Gastos Fijos
 - 1. Gastos Administrativos
 - 2. Implementación de Oficinas de Obra
 - 3. Impuestos
- b) Gastos Variables
 - 1. Equipos Auxiliares y/o Servicios
 - 2. Dirección Técnica de Obra
 - 3. Oficina Central
 - 4. Viáticos y Pasajes
 - 5. Gastos Financieros
 - 6. Seguros

Esto podría variar dependiendo de cada organización, pero en líneas generales para la mayoría de los casos funciona más o menos de esta forma al menos para el entorno peruano donde se desarrolla la presente investigación.

2.2. FASES DE UN PROYECTO DE EDIFICIO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIAR

A continuación, se muestra una clasificación cronológica de las fases de este tipo de proyectos, en la Tabla 2 se ve el resumen y se prosigue haciendo la descripción detallada:

Tabla 2. Fases de un proyecto de edificios de viviendas multifamiliar.

FASES DE UN PROYECTO DE EDIFICIO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIAR	
1	Fase de Pre-diseño
2	Fase de Desarrollo de Ingenierías
3	Fase de Construcción
4	Fase de Puesta en Marcha

Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Fase de Pre-diseño

Es la primera etapa en esta clase de proyecto, en ella se van definiendo las ideas preliminares con que se cuentan tratando de evaluar todas las condiciones, variables y limitaciones del proyecto. En esta etapa se elaboran diseños conceptuales, se establece el alcance, estimaciones, estudios de viabilidad económica, evaluaciones legales, trámites de permisos municipales y licencias, evaluaciones económicas para la financiación del proyecto, evaluaciones sobre la ubicación del proyecto y las posibles tecnologías constructivas a utilizarse. En esta etapa interactúan por lo general la inmobiliaria (establece el modelo del negocio) y la gerencia de proyectos (brinda el apoyo técnico).

2.2.2. Fase de Desarrollo de Ingenierías

En esta fase se desarrollan a detalle las ingenierías, se establecen los mecanismos de gestión integral para el proyecto, se organiza la planificación y programación de obra, se realiza la compatibilización de las ingenierías, se define la gestión de procuras. El desarrollo de la ingeniería para las diversas áreas del proyecto puede que se extienda hasta después de iniciada la fase de construcción. En esta etapa de desarrollo de ingenierías interactúan por lo general la inmobiliaria (gestiona los recursos financieros y establece los parámetros del proyecto según el modelo del negocio), la gerencia de proyectos (brindando el soporte técnico a la inmobiliaria) y los proyectistas (desarrollando las diferentes ingenierías).

2.2.3. Fase de Construcción

En esta etapa se da paso al desarrollo físico del proyecto, es también conocido como fase de obra y se apoya en las fases anteriores, inicia con los permisos, licencias, ingenierías y financiamiento ya obtenidos. Una buena gestión durante la fase de construcción va a permitir que el proyecto obtenga el plazo, costo y calidad esperados. En esta etapa interactúan la inmobiliaria (gestionando los recursos financieros), la gerencia de proyectos (controlando la correcta ejecución de la obra) y el contratista constructor adjudicado (construyendo apoyado en las ingenierías recibidas).

2.2.4. Fase de Puesta en Marcha

Esta fase da inicio casi al finalizar la fase de construcción, dando inicio a las pruebas o poniendo en funcionamiento los diferentes sistemas del proyecto y observando las posibles fallas o desperfectos con la finalidad de realizar las mejoras correspondientes antes de la entrega al usuario final. En esta etapa interactúan el contratista constructor adjudicado (haciendo entrega de los sistemas del proyecto), la gerencia de proyectos (recepción de los sistemas previa revisión) y la inmobiliaria (recepción de los sistemas ya revisados por la gerencia de proyectos).

2.3. ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UN PROYECTO DE EDIFICIO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIAR

La viabilidad de un proyecto de edificio de viviendas multifamiliar es un estudio minucioso que busca anticiparse desde diferentes aspectos a los posibles resultados de la ejecución del proyecto y a partir de estos análisis tomar decisiones respecto a la posible ejecución del proyecto o sobre las posibles medidas que se pueden tomar para llevar a cabo el proyecto, se analiza principalmente desde los ámbitos: técnicos y constructivos, económicos y financieros, y de índole legal. Dependiendo de la organización o del tipo de proyecto podrían incluirse algunos aspectos adicionales o dar prioridad a algunos de estos aspectos por sobre otros.

2.3.1. Viabilidad Técnica y Constructiva

La Viabilidad Técnica y Constructiva busca analizar la capacidad de llevar a cabo el proyecto desde el punto de vista constructivo, en el entorno medio ambiental del proyecto, y con las variables que pueda tener el proyecto.

El núcleo de este análisis radica en la evaluación de las tecnologías constructivas a emplearse y la capacidad de poder utilizar estas tecnologías en el entorno de la obra. Este análisis abarca estas tecnologías desde el punto de vista de: profesionales de la dirección del proyecto, mano de obra, materiales, equipos y sub-contratistas que tienen que poseer el conocimiento deseado para aplicar las tecnologías

que se piensan emplear, así como el análisis sobre la oferta que ofrece el mercado peruano sobre los recursos antes mencionados.

Así pues, puede darse el caso de que algún servicio de alguna tecnología pensada a usar sea brindada solo por empresas extranjeras (se consultará sobre la posibilidad de operar en Perú para este caso), otro caso para analizar podría ser el de la mano de obra calificada, por ejemplo: para el caso de edificios de edificios multifamiliares en Lima se ha optado en un porcentaje considerable por el uso de albañilería sílico calcárea, dejando de lado los tradicionales ladrillos de arcilla o los ladrillos de concreto esto en gran medida por las ventajas de los sílicos calcáreos como: la no necesidad de revoques o tarrajeos para dar el acabado final que pudiera ser pintura o papel tapiz y la otra ventaja es que es una albañilería armada a diferencia de la tradicional de ladrillos de arcilla que requieren revoques y no son albañilería armada, pues bien, la albañilería sílico calcárea tiene la particularidad de requerir una mano de obra calificada.

Actualmente existen una gran cantidad de empresas peruanas dedicadas a brindar el servicio de asentado de albañilería sílico calcárea, pero son muy pocas las que realmente logran obtener un resultado con la calidad deseada, o simplemente cuando una empresa de este rubro cuyo producto normalmente tiene estándares de calidad adecuados empieza crecer y tener más contratos suele ocurrir que su mano de obra realmente calificada se queda trabajando solo en algunas obras y al reclutar más mano de obra, esta muchas veces no es lo suficientemente calificada, lo cual deviene en menores rendimientos al momento de ejecutar los trabajos y muchas veces estos bajos rendimientos hacen que esta empresa se vea obligada a dejar de lado algunos de estos contratos por no ser rentables.

Así como con estos ejemplos se suelen evaluar los problemas que pudieran ocurrir para cada recurso ya antes mencionado (personal para la dirección del proyecto, mano de obra, materiales, equipos y sub-contratos). El otro aspecto normalmente evaluado es la capacidad de

poder usar las técnicas constructivas en el lugar de la obra, así pues y para ejemplificar uno de los tantos casos que pudieran ocurrir. Podemos suponer que se presenta el caso de la construcción de un edificio de viviendas multifamiliares de 15 niveles de superestructura con 5 niveles de subestructura y se tiene planeado el uso de muros anclados pero esta obra se ubica entre dos viviendas de dos niveles de origen colonial con 100 años de antigüedad, aquí se evidencia una gran dificultad en la elección de la tecnología a usar para la estabilización de taludes, los dos métodos más comunes en Perú para estos trabajos suelen ser calzaduras y muros anclados, ambos con sus respectivos riesgos asociados. Problemas como el caso antes mencionado deben ser analizados en esta etapa, se han citado ejemplos puntuales pero la variabilidad de eventos o condiciones a considerar es numerosa.

La mayoría de los casos o problemas a analizar tienen soluciones constructivas, la idea de esta evaluación de viabilidad es justamente mapear la mayor cantidad de posibles problemas y a su vez plantear las posibles soluciones tecnológicas. De encontrarse algún caso o problema que no tenga una solución tecnológica sencilla o de solución muy compleja o involucre riesgos altos o en el peor de los casos que no tenga solución podría desencadenar en una traba para la ejecución del proyecto y se podría declarar el proyecto de alto riesgo, no viable o inviable.

2.3.2. Viabilidad Económica y Financiera

La viabilidad económica y financiera de un proyecto de construcción es el análisis que se hace para determinar si un proyecto finalmente puede generar réditos económicos para la organización gestora.

Para esto es usual analizar desde diferentes puntos de vista y con diferentes herramientas los aspectos a considerar, así pues, es importante resaltar que los proyectos son concebidos desde la primera idea como un modelo de negocio por lo que es de vital importancia maximizar los beneficios económicos.

Algunos de los aspectos a analizar pueden variar de organización a organización, pero algunos de los cuales pueden coincidir son los siguientes:

- a) Monto total de la inversión: Resulta absolutamente necesario poder anticipar el monto total de la inversión, en parte esta investigación se enfoca en este aspecto, pues si no se tiene una idea del monto total de inversión no se podrá avanzar con los demás análisis, dado que de este punto nacen análisis como el flujo de caja, búsqueda de financiamiento, cálculos de utilidad probable, cálculo de períodos de retorno del capital, cálculos del VAN y el TIR.
- b) Flujo de caja de ingresos y egresos: Es una herramienta muy común el tratar de anticiparse a los movimientos de capital, tanto a ingresos y a egresos, esta herramienta es conocida como flujo de caja o cash flow, la cual trata de determinar periódicamente que cantidad de capital va ingresar o salir durante toda la etapa de vida del proyecto, tanto pre-construcción, construcción y post-construcción.
- c) Financiamiento: Es uno de los aspectos más importantes a evaluar, si no se tiene financiamiento sencillamente el proyecto va a ser inviable, no va a prosperar. Ahora bien, la capacidad de un proyecto para obtener financiamiento es variable, muchas veces pasa por el grado de confianza que genere la inmobiliaria u organismo gestor de la inversión, otras veces pasa por el porcentaje de utilidad que se plantea obtener, en otras ocasiones factores como los riesgos asociados a la inversión, períodos de retorno del capital, la situación del mercado al momento de plantear la inversión, así como Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno influyen para de esta manera hacer un proyecto más financieramente atractivo o poco atractivo.
- d) Utilidad probable: La utilidad es calculada en base a la estimación inicial de los costos del proyecto, no se puede tener una idea de la utilidad si no se tiene esta estimación inicial. También hay que considerar otros aspectos los cuales enmarcan el cálculo de la posible utilidad, para esto hay que tener en mente que la utilidad en líneas generales es la diferencia entre Precio de Venta y Precio de

Costo, de esta forma: $Utilidad = Precio\ de\ Venta - Precio\ de\ Costo$. Ahora bien, el Precio de Costo se obtiene de la estimación inicial de los costos del proyecto, lo que hace de suma importancia el cálculo del Precio de Venta, para lograr este cálculo se hacen estudios de mercados para conocer el precio de venta del metro cuadrado de área techada en los alrededores de donde se plantea el proyecto o en construcción de tipo similar, también se hace uso de cabidas arquitectónicas donde se estimen los metros cuadrados vendibles del proyecto, de esta forma se llega a obtener el probable Precio de Venta. Con estos datos ya se puede estimar una posible utilidad.

- e) Riesgos de la inversión: Existen diferentes teorías que indican como se deben tratar los riesgos (amenazas u oportunidades) y cómo actuar en que cada caso, pues bien, en este aspecto se evalúan los posibles riesgos asociados a la inversión o al proyecto en general, así como las posibles estrategias con las que se pueden abordar los riesgos.
- f) Período de retorno del capital: Es el tiempo que transcurre para que los ingresos generados por el proyecto alcancen al monto total de inversión, este indicador es importante cuando se analiza el financiamiento para el proyecto y debe manejar márgenes de error, los cuales son determinados en la mayoría de los casos por el juicio de los profesionales encargados de estos cálculos.
- g) Análisis del Mercado al Momento de la Inversión: Es de vital importancia el analizar el mercado al momento de planear una inversión, existen estudios de mercado especializados, los cuales tienen como principal finalidad poder entregar al cliente las herramientas necesarias para decidir si la situación del mercado a momento de realizar la inversión es la ideal para el negocio.
- h) Valor Actual Neto: El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador económico que busca analizar la rentabilidad de un proyecto, se dice que cuando el $VAN < 1$, los costos del proyecto no se llegarán a recuperar. Cuando el $VAN = 1$, el proyecto solo recuperará lo invertido. Cuando el $VAN > 1$, se dice que el proyecto generará más ingresos que lo invertido. (Brealey, R. A. et al., 2010).

Para efectos de cálculo:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t}$$

Donde:

- Ft = flujo de capital en el período t.
 - r = tasa de descuento.
 - n = número de períodos.
- i) Tasa Interna de Retorno. Es un indicador cuya finalidad es poder definir la tasa de rentabilidad del negocio, esto sirve para comparar si es conveniente un negocio sobre otro. Para esto se analiza el VAN=0, y se busca obtener el “r” que es la tasa de descuento, esta “r” calculada con el VAN=0 es la TIR. (Brealey, R. A. et al.,2010).

2.3.3. Viabilidad Legal

La viabilidad legal hace referencia al análisis que se hace sobre los aspectos legales y reglamentarios que debe cumplir el proyecto para una correcta ejecución. Así pues, este análisis puede abarcar aspectos desde el saneamiento del predio, normativas de vivienda locales o nacionales, permisos y licencias de construcción, y estudios de aspectos ambiental.

En lo que refiere al saneamiento del predio este análisis busca identificar si el predio usado para la construcción del edificio tiene problemas de índole registral, disputas legales, problemas con linderos, evaluar si estuviera afecto a gravámenes o prendas, entre otros. Lo más recomendable en estos casos es asesorarse con profesionales en derecho afines al negocio inmobiliario o con profesionales con la experiencia en estos tipos de casos.

Con respecto a las normativas de vivienda local o nacional se analizan las normativas a cumplirse tales como el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en Perú donde principalmente se buscar tener cuidado con los aspectos estructurales de la edificación, facilidad de accesos y circulaciones, estándares medioambientales durante la construcción o en etapa de uso de la edificación, que la edificación

cumpla con instalaciones adecuados en caso de evacuación, entre otros.

En cuanto a los permisos y licencias de construcción, la obtención de estos es vital, puesto que sin ellos no se podrían iniciar los trabajos de construcción de la obra y de hacerlo sin tener las respectivas licencias se podrían sufrir paralizaciones de obra por parte del municipio o entidades gubernamentales, eso sin contar las multas que se suelen imponer cuando paralizan. Los permisos pueden ser licencias de construcción, cambios de zonificación, permisos de demolición, permiso de uso de vías, permiso de horarios extendidos, entre otros.

En lo que refiere al estudio de impacto vial, este busca evaluar los posibles impactos ocasionados en los períodos de ejecución de la obra y el posible impacto del edificio multifamiliar en si en su etapa de funcionamiento, así pues se evalúan aspectos que pasan desde los servicios básicos como agua, luz, internet, gas, entre otros, para casos como el de la luz puede llegar a suceder que el edificio requiera que se genere una acometida nueva para a alimentación de energía eléctrica, similarmente puede ocurrir con los servicios de agua y desagüe, estos pueden requerir de nuevas instalaciones, las cuales pueden ser ejecutadas por la entidad gubernamental pertinente o puede llegar a formar parte de la ejecución del proyecto como tal, este tipo de trabajos son considerados dentro de los presupuestos de obra dentro de la partida presupuestal de Habilitaciones Urbanas. También es común que en la evaluación del estudio de impacto vial, debe tener en cuenta que un edificio de viviendas tiene que tener de acuerdo a la cantidad de unidades de viviendas un número determinado de estacionamientos para los residentes y para los visitantes, adicional a los estacionamientos, se suele evaluar también el impacto que el nuevo flujo de vehículos puede ocasionar sobre el entorno residencial donde se construirá, para esto se pueden usar softwares de modelamiento de tráfico especializados.

Se han mencionado algunos de los aspectos más comunes a evaluar para el caso el análisis de la Viabilidad Legal, es posible que, dependiendo del entorno, pueden evaluarse aspectos adicionales.

2.4. PLAZO DE EJECUCIÓN DE UN PROYECTO

El plazo de ejecución de un proyecto es el tiempo señalado o estimado de una manera técnica a través de una o varias herramientas que fundamentalmente tratan de abarcar todas las etapas y duraciones del proyecto.

Como ya se ha mencionado en esta investigación las fases se pueden dividir de la siguiente manera: pre-diseño, desarrollo de ingenierías, construcción, puesta en marcha. Cada fase del proyecto va a tener una duración dependiente del tipo de obra, como es lógico la fase más costosa suele ser la fase de construcción, es por ello que una vez iniciado esta fase no se suele detener hasta la finalización del proyecto, debido a que puede impactar de manera negativa en la planificación realizada en la viabilidad económica.

La forma más usual de establecer el plazo de ejecución de un proyecto es identificando dentro de cada una de las fases las actividades que se van a realizar, luego asignarle tiempos de duración a cada una, secuenciarlas entre ellas analizando los posibles contratiempos, dificultades y restricciones que podrían existir. En una etapa temprana del proyecto, es común asumir algunos entornos, que por la naturaleza dinámica de todos los proyectos pueden variar, esto es algo que suele repetirse en casi la totalidad de proyectos, existen modificaciones en las ingenierías, optimizaciones, aplicaciones de ingeniería de valor, entre otros, los cuales pueden provocar impactos en los tiempos y plazos del proyecto.

El plazo de un proyecto suele ser de los aspectos más importantes en la gestión de proyectos, controlar el tiempo de un proyecto es vital, pues a partir de estas fechas se asumen compromisos, muchos de los cuales suelen estar acompañados de penalidades en el caso de no cumplirse con los plazos pactados. Extenderse en los plazos puede impactar de manera

negativa en el modelo de negocio en general, no solo por las penalidades en las que se podría incurrir sino también por los costos financieros asumidos.

2.5. ENVERGADURA DE UN PROYECTO

Para poder hablar de envergadura de un proyecto debemos tener presente el concepto de “alcance de un proyecto”. En el PMBOK, el Project Management Institute (2017) manifiesta que se puede hablar de alcance de un proyecto en los siguientes contextos:

- **Alcance del producto.** Las características y funciones que describen un producto, servicio o resultado.
- **Alcance del proyecto.** Es el trabajo realizado para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas. En ocasiones se considera que el término alcance del proyecto incluye el alcance del producto final. (p.105)

La envergadura de un proyecto está relacionada de manera directa con el alcance de un proyecto pues un proyecto de gran envergadura conllevará un alcance mayor y viceversa.

El tamaño o envergadura de un proyecto tendrá principalmente 3 limitantes, los cuales son: la capacidad de financiación de la entidad gestora, la optimización del beneficio económico, y las limitantes de permisos y parámetros urbanísticos propios de la jurisdicción de ubicación de la edificación.

En el caso particular de edificios de vivienda multifamiliares, no existe una medida exacta que divida un proyecto pequeño, mediano o grande. Y de existir o establecerse un estándar este iría en función principalmente de los metros cuadrados de área techada, número de departamentos o familias que podría albergar el edificio, o finalmente al monto de la inversión. Es importante indicar que estos indicadores serían directamente proporcionales entre sí.

2.6. PARÁMETROS DE UN PROYECTO DE EDIFICIO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIAR

Los parámetros de los proyectos de edificios de viviendas multifamiliares son las características propias de cada uno de ellos y que para efectos de esta investigación son relevantes respecto a los costos, ratios de costos o precios unitarios.

Estos parámetros serán utilizados tanto como para generar la base de datos en la cual se apoyarán las posteriores generaciones de presupuestos preliminares nuevos como para la revisión de los costos de otros presupuestos.

Los tipos de parámetros en los cuales se dividirán en esta investigación son los cualitativos y cuantitativos.

2.6.1. Parámetros Cualitativos

Dentro de la investigación serán aquellos que no se pueden medir mediante unidades de medida tradicionales. Pudiendo ser tales como: ubicación, año de construcción, características estructurales, técnicas constructivas, calidad de acabados, elementos del entorno ambiental, entre otros.

En la generación de nuevos presupuestos preliminares estos parámetros servirán como valores de entrada y su función será la de clasificar el nuevo presupuesto para buscar parámetros similares en la base de datos y a partir de esta similitud acoger los precios unitarios o costos correspondientes, o evaluar si es que encajan dentro de las características que se tienen los proyectos usados para generar la base de datos.

2.6.2. Parámetros Cuantitativos

Dentro de la investigación serán aquellos que tendrán asociación directa con un valor cuantificable y estos podrán ser medidos con unidades de medida tales como: metros lineales, áreas, volúmenes, puntos, unidades, entre otros.

Para efectos de la investigación la clasificación de estos parámetros seguirá los lineamientos de Uniformat II.

2.7. INFORMACIÓN TÉCNICA DE UN PROYECTO DE EDIFICIO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIAR

La información técnica de los proyectos tiene la finalidad de poder explicar de manera clara y precisa la forma en que tiene que ejecutarse la obra, toda esta información formará parte del expediente técnico del proyecto, al respecto el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) menciona:

Expediente técnico: conjunto de documentos que determinan en forma explícita las características, requisitos y especificaciones técnicas, metrados y presupuestos, análisis de precios unitarios, cronograma de ejecución y memoria descriptiva y si fuese el caso, fórmulas de reajuste de precios, estudios técnicos específicos (de suelos, de impacto vial, de impacto ambiental, geológicos, entre otros.), y la relación de ensayos y/o pruebas que se requieren.
(p.10)

En el caso particular de los edificios de vivienda multifamiliar forman parte del expediente técnico: licencias o permisos municipales, factibilidades de agua, desagüe, energía eléctrica, gas y comunicaciones, ingenierías de las diferentes especialidades (estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones de agua contra incendio, detección y alarma contra incendios, instalaciones mecánicas, instalaciones de gas, circuito cerrado de tv), memorias descriptivas, especificaciones técnicas, acta de constitución del proyecto, inspecciones notariadas a inmuebles vecinos, cartas de inicio de obra a municipalidad y vecinos, entre otros documentos, los mencionados son los documentos típicos, pudiendo existir más requisitos documentarios dependiendo de la jurisdicción competente.

2.8. TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA UN PROYECTO DE EDIFICIO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIAR

La tecnología constructiva empleada para construir proyectos de edificios de vivienda multifamiliares en Lima suele ser en líneas generales repetitiva independientemente del tamaño del proyecto, para poder comprender como es que se escoge una tecnología constructiva por sobre otra se debe conocer en qué consiste este tipo de proyecto de construcción, en ese sentido si observamos un proyecto de este tipo de 5 o 6 niveles a más suelen estar constituidos en su mayoría por una sub-estructura y una superestructura. Donde en la sub-estructura suelen encontrarse un sótano subterráneo que alberga: una cantidad mínima de estacionamientos requeridos por los parámetros urbanísticos, los cuartos de las cisternas de agua potable y agua contra incendios, cámaras de desagües, cuartos de bombas del sistema sanitario, cuartos de almacén, cuartos eléctricos, cuartos de extracción y renovación de aire para los sótanos, cuartos para registro de acelerógrafos, entre otros.

Por otra parte, en la superestructura encontramos como es lógico las viviendas multifamiliares, también conocidas como: departamentos, flats, dúplex o apartamentos, los cuales son los nombres más usados en Perú; también se ubican en la superestructura las áreas comunes como: lobby, recepción, hall de ascensores, banco de medidores, ambientes recreativos como piscinas, bares, gimnasios, zona de parrillas entre otros.

En la Figura 1, es una vista tipo corte donde se aprecia la clasificación entre sub y superestructura en un edificio tipo vivienda multifamiliar típico.

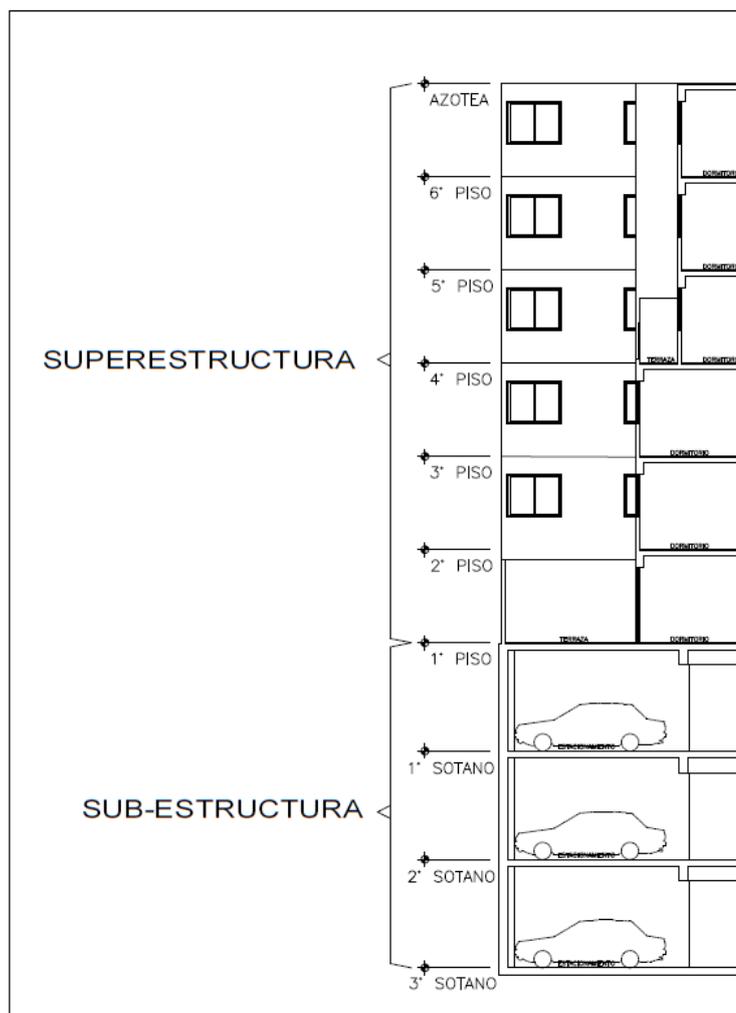


Figura 1. Vista tipo corte de un edificio tipo vivienda multifamiliar típico.

Fuente: elaboración propia.

Con la introducción hecha acerca de las distribuciones típicas de un edificio de viviendas multifamiliares se procede a mostrar las principales variables en cuanto a tecnología que se pueden usar y que se consideran más relevantes e importantes de mencionar para esta investigación:

- Fundaciones. Es común observar el uso de zapatas aisladas o interconectadas, también se pueden usar plateas de cimentación (losas flotantes) las cuales son usuales en suelos donde hay una baja capacidad portante.
- Estabilización de taludes. La tecnología más usada en estabilización de taludes para este tipo de edificación son los muros anclados (muros pantalla) debido a que proporciona un buen nivel de seguridad si se ejecutan de una manera correcta, dada las condiciones de riesgo de derrumbe durante estas actividades se prefieren los muros anclados por

encima de la colocación de calzaduras, si bien es cierto aún se pueden ver edificaciones que utilicen calzaduras para trabajos de estabilidad de taludes, al ser más riesgosas y presentar complicaciones en cuanto se profundiza más el talud a estabilizar, cada vez vienen siendo dejadas de lado por la utilización de muros anclados.

- Sistema Estructural. La mayoría de los sistemas estructurales usados son de tipo aporticado con losas de entrepiso a manera de diafragmas rígidos con columnas y placas estructurales que otorgan rigidez a la estructura a la vez que soportan las fuerzas verticales de la estructura para que dichas cargas sean transferidas hacia los cimientos. También se debe mencionar que se pueden encontrar edificios cuyos sistemas estructurales están basados en muros de ductilidad limitada. Por último, debemos mencionar a la clásica tecnología estructural a base de muros de albañilería confinada, aunque esta última técnica es cada vez menos vista en la ciudad de Lima para edificios de este tipo y esta altura ya que esta técnica es recomendada hasta para edificios de 3 o 4 niveles como máximo.
- Tipo de Albañilería. En este aspecto, existen las alternativas de diferentes tipos de ladrillos, cada uno con beneficios y costos diferentes, el clásico ladrillo rojo de arcilla tipo King Kong 18 huecos o pandereta. Como es conocido, el ladrillo King Kong 18 huecos funciona en conjunto con un pórtico de concreto armado configurado por dos (02) columnas y una (01) viga, configuración que es conocida como típicamente como albañilería confinada. El ladrillo pandereta en estos casos es usado o debería ser usado con fines de división o de tabiquería no portante. También es usual encontrar muros de albañilería armada con ladrillos sílico-calcáreos o con ladrillos de concreto, los ladrillos sílico-calcáreos otorgan el beneficio de ofrecer al constructor la ventaja de no necesitar un revoque pues su acabado solo requiere de un leve trabajo de solaqueo de bruñas lo que implica un ahorro en costos lo que muchas veces es bien visto por las empresas inmobiliarias. Para ambos casos estos tipos de albañilería emplean varillas de acero verticales que se colocan por entre la albañilería (en los alveolos de los ladrillos) y adicionalmente se vacía mortero de concreto por estos alveolos que llevan varillas o en algunos casos por todos los alveolos.

- Losas de entrepiso. En este aspecto se cuentan con las losas nervadas aligeradas, las hay con la presencia de ladrillo pandereta para techo o sin ladrillo pandereta para techo, este último caso por lo general se usa en sótanos donde el acabado de las losas no es primordial y se prioriza el funcionamiento estructural. Adicionalmente se viene usando como parte de la tecnología de “pre-fabricados” a las viguetas y bovedillas. Otro tipo de losas son las losas armadas que cuentan en su configuración solo con concreto y armadura de acero y las respectivas instalaciones. Finalmente, también pueden ser utilizadas las losas post-tensadas las cuales presentan como principal ventaja la de necesitar menores peraltes para las losas, lo que se traduce en la utilización de menores volúmenes de concreto y un correspondiente ahorro de costos.

Habiéndose revisado las diferentes variables en cuanto a técnicas constructivas es lógico observar en la ciudad de Lima una permutación de estas en cuanto a sistemas constructivos, cada organización busca y ve por conveniente utilizar determinado sistema constructivo debido a sus condiciones medio ambientales y a las fortalezas o debilidades dentro de cada una de ellas.

2.9. PARÁMETROS URBANÍSTICOS DE UNA JURISDICCIÓN

Los parámetros urbanísticos o urbanos son el conjunto de características predefinidas por una entidad gubernamental local, por lo general la municipalidad dentro de la cual se encuentra circunscrito el predio en cuestión, y señalan el rango de características y condiciones que puede y debe tener la construcción en el mencionado predio.

Los parámetros urbanísticos pueden hacer referencia a la zonificación, índice de actividades urbanas, áreas mínimas por lotes, frentes mínimos por lote, alturas máximas permitidas, áreas libres mínimas y números de estacionamientos por vivienda. La zonificación se puede dividir en residenciales, comerciales, industriales y de equipamiento (instituciones educativas y de salud). En las: Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5 se aprecian algunos datos que normalmente contienen los certificados de parámetros urbanos, para este ejemplo se tomaron datos recopilados para

una dirección aleatoria en el distrito de Miraflores en Lima la cual fue:
Malecón Bajada de Balta N°762 - 768.

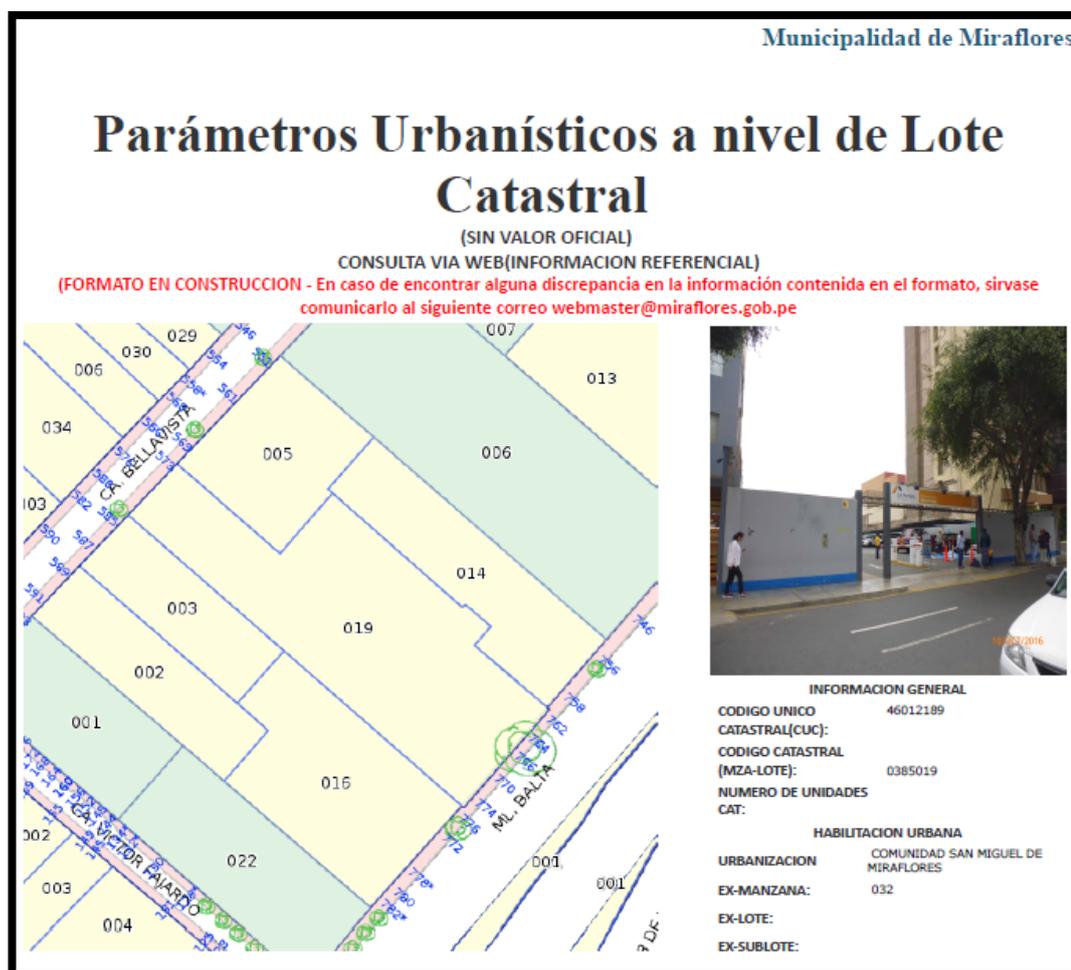


Figura 2. Parámetros Urbanísticos para lote en dirección Malecón Bajada de Balta N°762 – 768 tomados a manera de ejemplo.

Fuente: Municipalidad de Miraflores (2022).

Para el ejemplo se han tomado los datos aleatorios de un predio en el distrito de Miraflores – Lima, sin embargo, esto puede visualizarse en las diferentes páginas web de las municipalidades.

INFORMACION DEL LOTE CATASTRAL (*)		INFORMACION DE RETIROS	
AREA GRAFICA DEL LOTE (m2)	1549.51562206623	VIA CA. BELLAVISTA	RETIROS SE RESPETAN LOS RETIROS EXISTENTES
FRENTE GRAFICO DEL LOTE (ml)	22.1255268728794, 11.9999958209639, 0.499592331736094, 0.469261581083166	ML. BALTA	5 m.
(*)SE DEBERA VERIFICAR CON DOCUMENTOS INSCRITOS EN LOS REGISTROS PUBLICOS			
INFORMACION DE LA ZONIFICACION DEL LOTE CATASTRAL		USOS PERMISIBLES	
ZONIFICACION	RDMA	(Para zonificación E, OU, ZRE y ZRP ver Ordenanza N° 293-MML)	
SECTOR DE USOS	B	(Para zonificación Residencial y Comercial ver indice de usos aprobados por Ordenanza N° 1012-MML)	
ALTURA MAXIMA DE EDIFICACION (**)	9 m		
ALTURA EN CASO DE QUINTAS	3 Pisos		

Figura 3. Parámetros Urbanísticos para lote en dirección Malecón Bajada de Balta N°762 – 768 tomados a manera de ejemplo.

Fuente: Municipalidad de Miraflores (2022).

Del mismo ejemplo, se pueden visualizar datos de los cuadros normativos de la zonificación respectiva, incluye datos como: tipo de uso, lote mínimo, frente mínimo, entre otros.

(**) SOLO PARA LOTES CON DIMENSIONES IGUALES O MAYORES AL NORMATIVO, DE LO CONTRARIO DEBERA CONSULTAR EN LA SUBGERENCIA DE OBRAS PRIVADAS.

CUADROS NORMATIVOS

RESUMEN DE ZONIFICACION						CUADRO DE AREAS MINIMAS Y ESTACIONAMIENTOS			
ZONA	USOS	LOTE MINIMO NORMATIVO (m2)	FRENTE MINIMO NORMATIVO (ml)	ALTURA DE EDIFICACION	AREA LIBRE	AREA MINIMA POR UNIDAD DE VIVIENDA			ESTACIONAMIENTO MINIMO POR UNIDAD DE VIVIENDA
						3 DORMITORIOS	2 DORMITORIOS	1 DORMITORIO	
Residencial de densidad baja RDB	Unifamiliar y Multifamiliar	200	10	3 a 4	35 %	200 m2	180 m2	110 m2 15% de las unidades de vivienda como maximo.	3 estacionamientos por unidad de vivienda de 3 y 2 dormitorios, 2 estacionamientos por unidad de vivienda de 1 dormitorio + 10% para visitas.
	Unifamiliar y Multifamiliar	300	10	5 (2)	35 %				
Residencial de densidad Media RDM	Unifamiliar y Multifamiliar	200	10	5	35 %	180 m2	150 m2	100 m2 20% de las unidades de vivienda como maximo.	3 estacionamientos por unidad de vivienda de 3 y 2 dormitorios, 2 estacionamientos por unidad de vivienda de 1 dormitorio + 10% para visitas.
	Unifamiliar y Multifamiliar	300	10	5 a 8	35 %				
Residencial de densidad Alta RDA	Multifamiliar	350	10	8 a 10	40 %	150 m2	120 m2	90 m2 25% de las unidades de vivienda como maximo.	2 estacionamientos por unidad de vivienda de 3 y 2 dormitorios, 1 estacionamiento por unidad de vivienda de 1 dormitorio + 10 % para visitas.
	Multifamiliar	600	15	11 a 12	40 %				
Residencial de densidad Muy Alta RDMA	Multifamiliar	800	18	Más de 12	40 %				

ZONA	ALTURA DE EDIFICACION	USO RESIDENCIAL COMPATIBLE	TAMAÑO DE LOTE	AREA LIBRE
Comercio Metropolitano CM	Más de 15 pisos o 1.5 (a++)	RDMA,RDA	Existente o según proyecto	No exigible para uso comercial. Los pisos destinados a vivienda dejarán el área libre que se requiera según el uso residencial compatible
Comercio Zonal CZ	5 a 10 pisos o según entorno	RDA,RDM	Existente o según proyecto	
Comercio Vecinal CV	3 a 5 pisos o según entorno	RDM,RDB,RDBM	Existente o según proyecto	

(1) Las alturas específicas de edificación que corresponden dentro de rango establecido, estarán definidas en el plano de edificación.
(2) Las alturas máximas de 5 pisos sólo será permitida en área específicamente determinadas por la Municipalidad Distrital Metropolitana. (Ver especificaciones normativas).

Figura 4. Parámetros Urbanísticos para lote en dirección Malecón Bajada de Balta N°762 – 768 tomados a manera de ejemplo.

Fuente: Municipalidad de Miraflores (2022).

A su vez, y siempre dentro del mismo ejemplo, también se pueden visualizar los aspectos legales sobre los cuales se apoyan las diferentes municipalidades para establecer los parámetros urbanos correspondientes.

La importancia de los parámetros urbanos para la presente investigación radica en que marcan los límites dentro de los cuales se va a concebir la idea del proyecto para el cual se le buscará asociar un presupuesto preliminar. Por ejemplo, si los parámetros indican una altura máxima de 15 pisos o un equivalente de 45 o 50 metros de altura, este será un parámetro que no se podrá sobrepasar en ninguna etapa del proyecto. De la misma manera servirán para delimitar los retiros, porcentajes de áreas libres, número de estacionamientos, clasificación en residencial o comercial tal como se mencionó anteriormente.

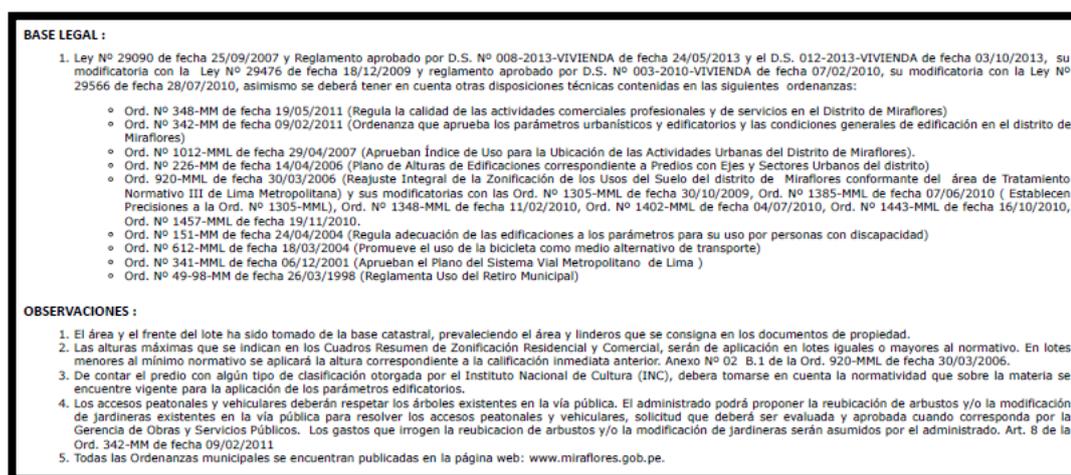


Figura 5. Parámetros Urbanísticos para lote en dirección Malecón Bajada de Balta Nº762 – 768 tomados a manera de ejemplo.

Fuente: Municipalidad de Miraflores (2022).

2.10. CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES PARA UN PROYECTO DE EDIFICIO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIAR

Las características medioambientales de un proyecto en general hacen referencia al entorno físico-geográfico en el cual este se encuentra o desarrolla y de todos los elementos que este contempla y que se encuentran en equilibrio, un equilibrio existente previo al desarrollo del proyecto y que el desarrollo del mismo debe tratar de alterar lo menos

posible. Estos elementos se pueden clasificar en: naturales, artificiales, seres vivos, sociales y culturales.

Es importante mencionar que la naturaleza de la presente investigación, hace que la ubicación físico-geográfica de los proyectos de edificios multifamiliares en Lima nos situé en zonas residenciales de la ciudad capital del Perú, y esto invita a considerar dos factores que se consideran importantes en esta investigación: a) Estos proyectos no se desarrollan sobre predios baldíos o recientemente habilitados para la construcción de torres de edificios que pueden llegar a tener entre 15 a 20 niveles, sino que se desarrollan por lo general en sectores que vienen siendo recalificados en cuanto a niveles de alturas y densidad demográfica por la entidad gubernamental local. b) Las calificaciones asignadas por la entidad gubernamental competente sobre los parámetros urbanos son independientes a las características que los proveedores de servicios puedan tener, y estas pueden tener valores establecidos para cada sector por debajo de los necesarios para el nuevo proyecto, por lo cual, se deberá anticipar por separado la revisión del aprovisionamiento de servicios tales como: acometidas eléctricas (capacidad de la subestación eléctrica más próxima), capacidad del sistema sanitario existente, verificación de proveedores de servicio de internet, instalación o proyección de instalación de sistema de gas, principalmente.

Algunos de los estudios requisito para la aprobación de un proyecto de edificación están definidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) el cual describe:

Estudio de impacto ambiental. Evaluación de la manera como una edificación influirá en el entorno durante su etapa de funcionamiento.

Estudio de impacto vial. Evaluación de la manera como una edificación influirá en el sistema vial adyacente, durante su etapa de funcionamiento.

Estudio de riesgos. Evaluación de los peligros reales o potenciales de un terreno para ejecutar una habilitación urbana o una edificación.

Estudio de seguridad. Evaluación de las condiciones de seguridad necesarias para garantizar el uso de una edificación de manera razonablemente segura para sus ocupantes. (p.09)

2.11. PRESUPUESTO

Es el resultado de una estimación anticipada de los costos que un determinado servicio u obra pueden llegar a costar, el presupuesto también será válido para un determinado período de tiempo, el cual puede o no estar definido por quien elabora el presupuesto en función de diversos factores. Al respecto, Gardner (2001) menciona:

Es una suposición del valor de un producto para condiciones definidas a un tiempo inmediato.

Cálculo anticipado de costo o de los gastos de una obra. Supuesto o suposición.

Otra definición de Presupuesto establece que “es el estudio, por medio del cual se presupone el importe o costo de una obra, y el tiempo empleado en la realización de la misma. (p.9)

A continuación, se detallan algunos tipos de presupuestos:

2.11.1. Presupuesto de Tiempo

Según el autor Gardner el presupuesto de tiempo es: “Estimado que se hace del tiempo que durarán los trabajos a ejecutarse.” (Gardner, 2001, p.10)

En resumen, es una herramienta en la gestión del tiempo, la cual es útil porque permite estimar el tiempo de un presupuesto determinado, para ello se apoya en los siguientes pasos:

- a) Identificación del listado de tareas.
- b) Estimación del tiempo de cada tarea.
- c) Secuencia de tareas.
- d) Asignación de plazos a las tareas.
- e) Evaluación de recursos disponibles.
- f) Actualización y seguimiento de lo planeado.

2.11.2. Presupuesto de Costo

Cuando se habla de “presupuesto” por lo general se hace referencia al presupuesto de costo. Al respecto, Gardner (2001) afirma:

Estimado de costo que se propone en las condiciones definidas. En el presupuesto de costo se cuantifican todas las actividades a realizarse, colocándolas en forma de partidas o conceptos. Indicando la cantidad, la unidad apropiada, el precio o costo unitario y el importe de cada una de ellas.

La forma de presentar estos presupuestos es semejante en todos los casos puesto que la meta es la misma. La más común de ellas es el de presentar las partidas en orden numérico, de tal manera que los conceptos estén en el orden en que se van a ejecutar en la obra.

Otro sistema de presupuesto es de presentar las partidas en forma de paquete (secciones), es decir introducir dentro de las actividades principales las actividades secundarias. (p.10)

Los presupuestos de costos también se pueden clasificar de acuerdo al nivel de detalle con los que son elaborados:

2.11.2.1. *Presupuesto de Orden de Magnitud*

Es un tipo de Estimado rápido que se emplea para iniciar el planteamiento de un proyecto. Se prepara con muy poca información, como puede ser la obtenida de la experiencia en obras similares. Se emplea en decisiones de factibilidad de un proyecto y antes de justificar un estudio más detallado. El porcentaje de aproximación está en rangos de +-35%, hasta +-20%, dependiendo de la experiencia de quien hace la propuesta. (Gardner, 2001, p.10)

2.11.2.2. *Presupuesto de Estudio o Paramétrico*

Es un tipo de Presupuesto con el que se cuenta con mayor información que en el Presupuesto de Orden de Magnitud, y se basa en comparaciones o experiencias de otros proyectos, considerando costos por m², m.l., por km, por kg, por tonelada o por un sistema completo. Se puede usar para

discutir el financiamiento y el de proveer una base para el Presupuesto. El porcentaje de aproximación es de +-20%. (Algunos autores manejan criterios por áreas de trabajo; por ejemplo: para edificación un +-30%, para construcción pesada un +-40%, etc.). (Gardner, 2001, p.11)

2.11.2.3. *Presupuesto Preliminar (también llamado de Estimación por componentes)*

En este tipo de presupuesto se cuenta con información general y el alcance de trabajo ya está definido, los volúmenes de obra se tienen con mucha aproximación, las especificaciones de construcción y de diseño ya están establecidas. Se usa para la asignación de fondos en el presupuesto de un proyecto. El porcentaje de aproximación es de +-15%. (Gardner, 2001, p.12)

2.11.2.4. *Presupuesto Detallado (también llamado de Ensamblado de Costo)*

Se elabora cuando la Ingeniería de Detalle se ha completado, las especificaciones de construcción y los dibujos o planos de trabajos están totalmente terminados, los programas de construcción y de compras y adquisiciones hayan definido la duración del proyecto. Se usa para establecer el precio de contratación. El porcentaje de aproximación es de +-10%. (Gardner, 2001, p.12)

2.11.2.5. *Estimado Definitivo*

Se elabora con el Contratista seleccionado apuntando los cambios y correcciones que pudieran surgir en el entretiem po. Es parte integrante del Contrato y de acuerdo con las partes contratantes. Se usa para llevar a cabo un proyecto. El porcentaje de aproximación es de +-5%. (Gardner, 2001, p.12)

2.11.3. Costos Directos y Costos Indirectos

Los costos directos e indirectos son las dos grandes divisiones que suelen tener los presupuestos de edificios de vivienda multifamiliares y en general la mayoría de los presupuestos de proyectos de construcción.

Costos Directos. Estos están constituidos por todos los costos que están asociados directamente a la construcción del proyecto, estos son: materiales, mano de obra, equipos, herramientas y es importante señalar también a los subcontratos. También es válido mencionar que el costo directo es el resultado del producto entre el “precio unitario” y el “metrado” o “cantidad” de una determinada partida.

Costos Indirectos. Son los costos que no influyen de manera directa en la ejecución de la obra, pero son necesarios para la ejecución del proyecto, estos pueden ser: gastos de oficina central, pagos por staff técnico de dirección de obra, gastos administrativos, vigilancia de obra, intereses financieros, pólizas, fianzas, utilidades.

2.11.4. Cantidades o Metrados

Las palabras Cantidades o Metrados son sinónimos, en el argot constructivo peruano es más recurrente escuchar el término “metrado” que “cantidad” y ambos refieren a lo mismo, hacen referencia a la cantidad de unidades de determinada partida presupuestal.

Los metrados son fundamentales en el proceso de establecer una línea base de costos, en la elaboración de un presupuesto, de un estimado de inversión, para sustento de adicionales y deductivos, entre otros, puesto que otorgan el sustento cuantitativo del costo de una partida del presupuesto.

Los metrados pueden ir desde el cálculo de costos indirectos hasta los costos directos, para efectos de estimar costos y posteriormente determinar un presupuesto, se deben determinar los metrados para luego ser multiplicados por los precios unitarios, los cuales son calculados a través de los Análisis de Precios Unitarios, el producto de

un metrado por el precio unitario de una determinada partida presupuestal nos da como resultado el precio total de la partida.

Para efectos de determinar un presupuesto se suelen generar planillas de metrados, estas sirven como sustento en caso se tenga que revisar o auditar. Lo ideal es generar una planilla de metrados para cada partida del presupuesto, sin embargo, muchas veces no suele ser así, pero a pesar de no generarse planillas de metrados para todas las partidas, si se suelen hacer planillas de metrados para las partidas más importante o incidentes. Así es común encontrar planillas de metrados para partidas como: concreto pre-mezclado, acero corrugado, materiales para encofrados, tarrajeos, pintura, acabados para pisos, ventanas y cristales, puntos sanitarios, puntos eléctricos, entre otros.

Actualmente existen nuevas técnicas para obtener metrados, los cuales son obtenidos mediante softwares de modelamiento. La ventaja de estos métodos radica en la capacidad de las computadoras para determinar metrados de diferentes tipos o partidas, y su correspondiente actualización en la etapa de desarrollo del proyecto o las actualizaciones que puedan darse por cambios en alguna de las etapas del proyecto. La dificultad radica básicamente en los costos que podrían asociarse a obtener las licencias de los softwares y al costo de capacitación del equipo técnico del proyecto en el uso de estos softwares, o en su defecto el costo de obtener profesionales técnicamente capacitados para el uso de estos y al costo que pudiera acarrear el hecho de tener un profesional dedicado a hacer seguimiento al modelamiento en toda la etapa del proyecto. Esta es una corriente relativamente nueva y no está masificada en el entorno constructivo peruano, sin embargo, cada vez es más recurrente ver su uso, y dependiendo de la obra, a veces suele ser un requisito del proyecto.

2.11.5. Análisis de Precios Unitarios

Tal cual lo dice su nombre, el Análisis de Precios Unitarios o también conocido por su acrónimo APU, busca hacer un análisis de los precios unitarios de una determinada partida presupuestal.

El Análisis de Precios Unitarios entrega como resultado un Precio Unitario, podría resultar redundante mencionar que el precio unitario de determinada partida presupuestal es el costo que tiene una (01) unidad de la partida, pero va a ser importante para entender el cómo se elabora un Análisis de Precios Unitarios.

Normalmente se suele dividir el Análisis de Precios Unitarios (APU) en cuatro (04) grandes grupos los cuales son:

- a) Mano de obra.
- b) Materiales.
- c) Equipos.
- d) Sub-contratos.

Donde:

2.11.5.1. *Mano de Obra*

El apartado de Mano de Obra, va a describir la forma en que se ha pensado el gasto de recursos referidos a la mano de obra por cada unidad producida de una determinada partida presupuestal, y buscará a su vez, asociarlo a los costos que se le puedan asignar en determinados mercados o condiciones o de determinadas monedas, u otras variables que justamente se buscan analizar.

A su vez, la mano de obra para efectos del Análisis de Precios Unitarios se suele descomponer en cuatro (04) tipos de mano de obra:

- a) Capataz.
- b) Operario.
- c) Oficial.
- d) Ayudante o peón.

El enfoque que se da para el análisis de los costos de mano de obra se basa en rendimientos, para esto se idean cuadrillas teóricas compuestas por los elementos antes descritos (capataz, operario, oficial, peón), estas cuadrillas

son totalmente aleatorias, cada encargado de generar o plantear Análisis de Precios Unitarios elabora, se entiende que, con base en su experiencia como constructor, las cuadrillas que considera son las más adecuadas para determinado trabajo.

De esta forma se generan las cuadrillas de trabajo que realizarán determinado trabajo en un tiempo determinado (a esto se le llama rendimiento), los rendimientos de la mano de obra también suelen estar presentes de manera expresa en los Análisis de Precios Unitarios para efectos de revisión. Entonces una vez definidas las cuadrillas y estimados los rendimientos se logra calcular cuánto de determinada mano de obra se va a consumir por cada unidad de la partida presupuestal analizada, a este estimado de la mano de obra usada se le multiplica por el precio correspondiente de cada tipo de mano de obra y se obtienen los costos parciales correspondientes a la mano de obra.

Normalmente la unidad de cada uno de los componentes de la Mano de Obra es la Hora-Hombre o también conocida como HH.

2.11.5.2. *Materiales*

El apartado de Materiales busca, al igual que el de mano obra, obtener el equivalente o cantidad de material para una unidad producida de la partida evaluada, así por ejemplo si deseamos evaluar cuanto de concreto premezclado entra en 1 m² de una losa de piso de 20 cm de espesor de $f'c=210(\text{kg}/\text{cm}^2)$, esto vendría a ser: $0,20(\text{m}) \times 1,00(\text{m}) \times 1,00(\text{m}) = 0,20(\text{m}^3)$.

Del ejemplo se tiene que:

- a) La partida a evaluar es: Losa de piso de 20 cm de espesor y $f'c=210(\text{kg}/\text{cm}^2)$
- b) Unidad de la partida a evaluar: 1 m²

- c) El material a evaluar: concreto premezclado, este material tiene por unidad: 1 m³
- d) Del análisis se obtiene que por cada 1 m² de losa de piso de 20 cm de espesor, se va a necesitar la cantidad de 0,20 m³ de concreto premezclado f'c=210 kg/cm²

De esta manera se analizan todas las cantidades de determinado material para cada partida presupuestal. Lógicamente los resultados presentan una gran variabilidad, dado que los rendimientos pueden variar, así como los precios de los materiales pueden cambiar de un lugar a otro y dependiendo del encargado de realizar el Análisis de Precios Unitarios puede considerar más o menos cosas, como, por ejemplo: una mayor cantidad de desperdicio, incluir costos por fletes, entre otros.

Normalmente la unidad de cada uno de los componentes de la Materiales es variable y depende de cada tipo de Material.

2.11.5.3. Equipos

En lo que refiere a Equipos, por lo general el análisis está compuesto por un porcentaje correspondiente a las herramientas manuales a usarse por la mano de obra, en Perú este porcentaje suele variar entre 3% y 5% del costo obtenido del análisis para la mano de obra; y adicional al porcentaje de herramientas manuales, dependiendo de la partida pueden analizarse otros equipos. Por ejemplo, si deseamos analizar el Análisis de Precios Unitarios correspondiente a Equipos para la partida de Excavación y Eliminación de Tierras se debe tener en consideración lo siguiente:

- a) La partida a evaluar es: Excavación y Eliminación de Tierras
- b) Unidad de la partida a evaluar: 1 m³
- c) Los equipos a evaluar son:

- Cargador frontal.
 - Volquete.
 - Excavadora.
- d) El análisis del rendimiento aquí depende de algunas variables, para el caso del cargador frontal por ejemplo se tendrá que evaluar el tamaño de la pala, la distancia de acarreo desde donde se acopia el material suelto hasta el volquete, para el caso de la excavadora esta puede encontrarse con variables como el tamaño de la cuchara, la potencia de la excavadora, las características físicas del suelo; en tanto el volquete puede encontrarse con las variables como: tiempos de carga del material, longitud de acarreo hasta el botadero o el siguiente punto de acopio. A su vez todos estos equipos pueden verse afectados por variables climáticas, medio ambientales, de coyuntura social, y hasta por impactos de índole sanitaria.
- Normalmente la unidad de cada uno de los componentes de Equipos es la Hora-Máquina (HM).

2.11.5.4. *Sub-contratos*

Se incorpora sub-contratos debido a que algunas veces el Análisis de Precios Unitarios de determinada partida, incluye este componente como tal, ¿cómo analizarlo? Se infiere que el encargado de elaborar el Análisis de Precios Unitarios tiene información de primera mano o con cierto grado de certeza referente a los precios que algún sub-contratista puede haber propuesto o puede proponer para ejecutar la partida analizada.

Este sub-contrato puede ser total dentro del Análisis de Precios Unitarios o parcial, total pues el Análisis de Precios Unitarios solo puede tener el componente Sub-contratos como tal, dejando de lado Mano de Obra, Materiales y Equipos, esto indica que el Sub-contrato

haría los trabajos de Mano de Obra, Materiales y Equipos.

El otro caso es del Sub-contrato parcial, es decir, puede existir las partidas: Mano de Obra, Materiales, Equipos y como cuarta partida Sub-contratos, esta puede ir desde el alquiler de algún equipo muy específico, hasta complementos para la Mano de Obra, o como Materiales de algún proveedor que pueda suministrar materiales importados. Es un espectro amplio que debe ser detallado dentro del Análisis de Precios Unitarios.

2.12. UNIFORMAT

Es una clasificación estándar de elementos de construcción elaborada en 1997 por la ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales), la cual agrupa los elementos en niveles del 1 al 4, las cuales son: grupo principal, grupo de elementos, elementos y sub-elementos correspondientemente; y plantea una organización estándar que es adaptable a cualquier tipo de proyecto de construcción. (Charette y Marshall, 1999)

2.12.1. Los Criterios para la Clasificación

Uniformat II pretende que se sigan ciertos criterios los cuales se detallan a continuación. Charette y Marshall (1999) plantean los siguientes criterios:

- El formato es jerárquico lo que permite incorporar subniveles y resumirlo por niveles.
- El formato es apropiado para múltiples aplicaciones, como el control de costos y fases preliminares de descripción de los proyectos.
- El formato acomoda los elementos o partidas constructivas según el juicio de expertos.
- Los agrupamientos del formato tienen una incidencia considerable en los costos del proyecto.
- Los agrupamientos son recurrentemente usados.
- Los agrupamientos utilizados son diferentes entre sí.
- Los agrupamientos fueron creados por profesionales tomando en cuenta las actuales distribuciones de partidas.

El formato fue diseñado para cumplir con los siguientes requisitos adicionales:

- Es aplicable para cualquier tipo de edificio, aunque originalmente fue dirigido para edificios comerciales.
- Es apto para ser usado si la edificación tiene detalles especializados.

2.12.2. Costos Elementales

Los costos elementales de UNIFORMAT II incluyen los costos de materiales, costos de mano de obra, de subcontratos, gastos generales y utilidades. El costo de un elemento se calcula (a) multiplicando el costo unitario (también llamado ratio unitario) por la cantidad del elemento, (b) sumando los costos de los sub-agrupamientos que componen el elemento, o (c) sumando los costos de material y mano de obra de que están contenidos dentro del sub-agrupamiento inmediatamente inferior. En cualquier etapa de la estimación de costos, las estimaciones elementales pueden basarse en ratios y cuantías o en la suma de los sub-agrupamientos o de ambas formas. Se pueden usar más de un enfoque para una misma estimación. (Charette y Marshall, 1999)

2.12.3. Ratios Unitarios y Cuantías

En Uniformat II es probable que no encontremos las unidades típicas a las cuales estamos acostumbrados a trabajar en Perú, por ejemplo: derrames de vanos (m.l.), albañilería (m²), columnas de concreto (m³), en cambio encontraremos unidades en la medida que la distribución estandarizada del Uniformat II plantea, es en este contexto que los ratios unitarios o cuantías vendrían a ser los equivalentes a los precios unitarios que comúnmente vemos en las partidas tradicionales de nuestro medio. (Charette y Marshall, 1999)

2.12.4. Costos de Componentes

Este enfoque es similar al de enfoque de ensamblajes para estimar costos elementales, se diferencia en que los costos de los componentes individuales se suman para estimar el costo de un elemento. Es decir, si tuviéramos el presupuesto de una casa, este

sería la suma de componentes tales como obras civiles, arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas, que vendrían a ser “los componentes”. (Charette y Marshall, 1999)

2.13. BASE DE DATOS

Es la recopilación de información que guarda cierta similitud o parentesco y que se ordena de tal manera que es útil posteriormente para uno o varios propósitos. La terminología de “base de datos” generalmente se asocia o es de uso común entre los especialistas informáticos, pero se puede aplicar de una manera más general.

El objetivo principal de una base de datos es gestionar datos relativos a un tema determinado, como recursos humanos o materiales, todo ello en un único archivo, donde los datos son almacenados en diferentes tablas que pueden estar relacionadas mediante un campo común con el fin de crear formularios con un determinado propósito. (Álvarez, 2011, p.18)

Para el caso particular de esta investigación el formato de la base de datos a generar será como la que se observa en la Tabla 3.

Donde las diferentes columnas indican lo siguiente, según Uniformat II:

- ID: Código de identificación de partida
- Sistema: descripción de la partida.
- Descripción: de la unidad de medida.
- Und: unidad de medida.
- Datos Proy. A: datos por cada edificio de la muestra.

Tabla 3. Formato Uniformat II, estructura usada para esta investigación.

ID	Sistema	Descripción	Und	Datos Proy. A
<u>A00</u>	<u>Sub Estructura</u>	<u>Área techada de Subestructura</u>	<u>m2</u>	<u>Datos Proy. A</u>
Cimentación		Área de impresión	m2	
A1010	Cimentación Normal	Área de impresión	m2	Datos Proy. A
A1020	Cimentaciones Especiales	Área de impresión	m2	Datos Proy. A
A1030	Losas sobre Terreno	Área de impresión	m2	Datos Proy. A

ID	Sistema	Descripción	Und	Datos Proj. A
A1040	Reservorios enterrados	Volumen de muros y losas	m3	Datos Proj. A
Construcción de Sotano		Área techada de Subestructura	m2	
A2010	Excavación de Sotano	Volúmen de excavación	m3	Datos Proj. A
A2020	Muros perimetrales de Sostenimiento	Área de Sostenimiento de Sotano	m2	Datos Proj. A
A2030	Elementos Verticales	Área techada de Subestructura	m2	Datos Proj. A
A2040	Elementos Horizontales	Área Techada de Losa Horizontal	m2	Datos Proj. A
A2050	Elementos Inclinados	Área de Techada de losa Inclinada	m2	Datos Proj. A
A2060	Reservorios no Enterrados	Volumen de muros y losas	m3	Datos Proj. A
B00	Casco	Área techada de Superestructura	m2	Datos Proj. A
Superestructura		Área techada de Superestructura	m2	
B1010	Elementos Verticales	Área techada de Superestructura	m2	Datos Proj. A
B1020	Elementos Horizontales	Área techada de Losa Horizontal	m2	Datos Proj. A
B1030	Elementos Inclinados	Área techada de Losa Inclinada	m2	Datos Proj. A
B1040	Sistema Estructural de Cubiertas	Área techada de estruc. de Cubierta	m2	Datos Proj. A
B1050	Estructuras Adosadas Prefabricadas	Área techada de soporte	m2	Datos Proj. A
B1060	Reservorios no Enterrados	Volumen de muros y losas	m3	Datos Proj. A
Cerramientos Exteriores		Área de Cerramiento Ext	m2	
B2010	Cerramientos Opacos	Área de Cerramiento Opaco	m2	Datos Proj. A
B2020	Terminaciones de muros exteriores	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A

ID	Sistema	Descripción	Und	Datos Proj. A
B2030	Ventanas Exteriores	Unidad de Ventanas exteriores	und	Datos Proj. A
B2040	Puertas exteriores	Área de Puertas Exteriores	m2	Datos Proj. A
Cubiertas		Área de cubierta	m2	
B3010	Coberturas Opaca de techos	Área de cubierta Opaca	m2	Datos Proj. A
B3020	Aberturas de Techos	Área de Abertura	m2	Datos Proj. A
C00	Interiores	Área techada total	m2	Datos Proj. A
Construcciones Interiores		Área techada total	m2	
C1010	Tabiquerías	Área techada total	m2	Datos Proj. A
C1020	Puertas Interiores	Área techada total	m2	Datos Proj. A
C1030	Escaleras Prefabricadas	Número de escaleras	und	Datos Proj. A
C1040	Accesorios	Área techada total	m2	Datos Proj. A
Terminaciones Interiores		Área Techada Total	m2	
C2010	Terminaciones de muros	Área techada total	m2	Datos Proj. A
C2020	Terminaciones de pisos	Área techada total	m2	Datos Proj. A
C2030	Terminaciones de techos	Área techada total	m2	Datos Proj. A
C2040	Terminaciones de Escaleras	Área de Escaleras	m2	Datos Proj. A
C2050	Terminaciones de rampas	Área de Rampas	m2	Datos Proj. A
D00	Servicios	Área techada total	m2	Datos Proj. A
Transporte Mecánico		Área techada total	m2	
D1010	Elevadores y ascensores	Número de Equipos	und	Datos Proj. A
D1020	Escaleras y rampas mecánicas	Número de equipos	und	Datos Proj. A
D1030	Sistemas de Transporte de Material	Número de sistemas	und	Datos Proj. A
D1090	Otros Sistemas de Transporte	Número de sistemas	und	Datos Proj. A
Instalaciones Sanitarias		Área techada total	m2	

ID	Sistema	Descripción	Und	Datos Proy. A
D2010	Aparatos sanitarios	Número de aparatos	und	Datos Proy. A
D2020	Distribución sanitaria	Número de puntos	pto	Datos Proy. A
D2030	Desecho Sanitario	Número de puntos	pto	Datos Proy. A
D2040	Drenaje de agua de lluvias	Área de Techo	m2	Datos Proy. A
D2050	Otros sistemas	Área techada total	m2	Datos Proy. A
Calefacción, Ventilación y AA (HVAC)		Área Techada con AA	m2	
D3010	Sistemas de Provisión de Energías Alternativas	Potencia	KW	Datos Proy. A
D3020	Sistema de generación de calor	Potencia	KW	Datos Proy. A
D3030	Sistema de generación de frío	Ton	Ton	Datos Proy. A
D3040	Sistema de distribución	Área techada total	m2	Datos Proy. A
D3050	Terminales y unidades compactas	Potencia	Ton	Datos Proy. A
D3060	Control e instrumentación	Potencia	Ton	Datos Proy. A
D3070	Sistema de pruebas y mantenimientos	Potencia	KW	Datos Proy. A
D3090	Otros sistemas HVAC y equipos	Número de equipos especiales	und	Datos Proy. A
Sistema de Suministro y distribución de Gas		Área techada total	m2	
D4010	Sistema de Distribución de GLP y GN	Número de puntos	und	Datos Proy. A
Protección Contraincendio		Área techada total protegida	m2	
D5010	Sprinklers	Número de cabeza de sprinklers	und	Datos Proy. A
D5020	Sistema de Extinguidores	Número de extinguidores	und	Datos Proy. A
D5090	Otros Sistemas de Protección Contraincendios	Área techada total	m2	Datos Proy. A
Instalaciones Eléctricas en B.T.		Área techada total	m2	
D6010	Sistema Eléctrico de Distribución	Área techada total	m2	Datos Proy. A
D6020	Iluminación y Cableado de tomacorrientes y fuerza	Área techada total	m2	Datos Proy. A
D6030	Comunicación y Seguridad	Área techada total	m2	Datos Proy. A
D6090	Otros Servicios Eléctricos	Área techada total	m2	Datos Proy. A

ID	Sistema	Descripción	Und	Datos Proj. A
E00	Equipamiento y Mobiliario	Área techada total	m2	Datos Proj. A
Equipamiento		Área techada intervenida	m2	
E1010	Equipamiento Comercial	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A
E1020	Equipamiento Institucional	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A
E1030	Equipamiento Vehicular	Área techada Vehicular	m2	Datos Proj. A
E1090	Otros Equipos	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A
Mobiliario		Área techada intervenida	m2	
E2010	Mobiliario Fijo	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A
E2020	Mobiliario móvil	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A
F00	Construcciones Especiales y Demoliciones	Área techada total	m2	Datos Proj. A
Construcciones Especiales		Área techada total	m2	
F1010	Estructuras Especiales	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A
F1020	Construcciones Integradas	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A
F1030	Sistemas de Construcción Especiales	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A
F1040	Instalaciones Especiales	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A
F1050	Instrumentación y Controles Especiales	Área intervenida	m2	Datos Proj. A
Demolición Localizada del Edificio		Área de terreno	m2	
F2010	Demoliciones de Componentes del Edificio	Área de terreno	m2	Datos Proj. A
F2020	Demolición de Componentes Riesgosos	Área techada intervenida	m2	Datos Proj. A
G00	Trabajos de Sitio	Área intervenida	m2	Datos Proj. A
Preparación de Sitio		Área de Limpieza	m2	
G1010	Limpieza de sitio	Área de Limpieza	m2	Datos Proj. A
G1020	Reubicaciones y demoliciones de sitio	Área demolida	m2	Datos Proj. A
G1030	Corte, relleno y eliminación masiva de sitio	Volumen de material Excavado	m3	Datos Proj. A

ID	Sistema	Descripción	Und	Datos Proj. A
G1040	Eliminación de desperdicios riesgosos	Volumen de material	m3	Datos Proj. A
Mejoras de Sitio		Área de pavimento	m2	
G2010	Pavimento en zonas vehiculares	Área de pavimento	m2	Datos Proj. A
G2020	Estacionamientos	Número de estacionamientos	Nº	Datos Proj. A
G2030	Veredas (VE)	Área del pavimento	m2	Datos Proj. A
G2040	Obras Ornamentales	Global	Glb	Datos Proj. A
G2050	Paisajismo	Área paisajista	m2	Datos Proj. A
Servicios Mecánicos y Civiles de Sitio		Área techada total	m2	
G3010	Suministro de agua	Área Techada Total	m2	Datos Proj. A
G3020	Reservorios	Volúmenes de muros y losas	m3	Datos Proj. A
G3030	Alcantarillado sanitario	Área Techada Total	m2	Datos Proj. A
G3040	Sistema de agua pluvial	Longitud del sistema	ml	Datos Proj. A
G3050	Distribución de Calor	Longitud del sistema	ml	Datos Proj. A
G3060	Distribución de frío	Longitud del sistema	ml	Datos Proj. A
G3070	Distribución de combustibles	Longitud del sistema	ml	Datos Proj. A
G3090	Otros servicios mecánicos de sitio	Longitud del sistema	ml	Datos Proj. A
Servicios Eléctricos de Sitio		KVA	KVA	
G4010	Sistema de utilización	Longitud del conductor	ml	Datos Proj. A
G4020	Iluminación de Sitio (exterior)	Longitud de distribución	ml	Datos Proj. A
G4030	Comunicación y seguridad de sitio	Longitud de distribución	ml	Datos Proj. A
G4090	Otros servicios eléctricos de sitio	Global	Glb	Datos Proj. A
Otras construcciones de Sitio		Global	Glb	
G9010	Túneles Pedestres y de Servicio	Longitud del túnel	ml	Datos Proj. A
G9090	Otras Construcciones de Sitio	Global	Glb	Datos Proj. A
H00	Obras Provisionales & Preliminares	Plazo de Obra	mes	Datos Proj. A

ID	Sistema	Descripción	Und	Datos Proy. A
Obras Provisionales & Preliminares		Mes	%	
H1010	Obras provisionales & preliminares	Mes	mes	Datos Proy. A
A	COSTO DIRECTO A	ATT	S/.	Datos Proy. A
Contingencias		%	%	
Z10101	Contingencias	%	%	Datos Proy. A
B	COSTO DIRECTO B	(A + Inc. Contingencia)	S/.	Datos Proy. A
Gastos Generales y Utilidad		Área techada total	m2	
Y101001	Gastos generales	Área Techada Total	m2	Datos Proy. A
Y101002	Utilidad	Área Techada Total	m2	Datos Proy. A
C	COSTO DIRECTO C	(B + GG + Utilidades)	S/.	Datos Proy. A
Reservas de Costo Directo		%	%	
X1010	Reservas de Costo Directo	%	%	Datos Proy. A
	Sub-total - Costo Directo	(Costo Directo C + Reserva)	S/.	Datos Proy. A

Fuente: Formato Uniformat II – ASTM (1997).

2.14. ZONIFICACIÓN DE LIMA POR SECTORES

Si bien es cierto la ciudad de Lima capital del país y foco de la presente investigación, cuenta con sub-divisiones claramente establecidas por los distritos que la componen. Debido al boom de la construcción de edificios y condominios de viviendas, el sector inmobiliario ha optado por crear una nueva subdivisión que agrupa a su vez varios distritos. Según Nexo Inmobiliario (2020), esta subclasificación que es mayormente aceptada y consensuada a pesar de no estar normada es la siguiente:

- Lima Norte
- Lima Sur
- Lima Este
- Lima Centro

- Lima Moderna
- Lima Top

Para el caso particular de esta investigación se enfoca en dos de estas subclasificaciones, las cuales son: Lima Moderna y Lima Top. Según Nexo Inmobiliario (2020) estas están compuestas por los siguientes distritos respectivamente:

Distritos que componen Lima Moderna:

- Lince
- Surquillo
- Jesús María
- Magdalena del Mar
- Pueblo Libre
- San Miguel

Distritos que componen Lima Top:

- Barranco
- La Molina
- Miraflores
- San Borja
- San Isidro
- Santiago de Surco

2.15. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE UNA BASE DE DATOS

Se trata del análisis que se realiza a una base de datos con todas las herramientas estadísticas posibles, existen técnicas y métodos estadísticos las cuales son útiles si se logran usar de manera acertada.

El análisis estadístico tiene como objetivo principal lograr extraer información útil de la base de datos, una información con cierto grado de credibilidad, la cual permita realizar afirmaciones o tomar decisiones.

1. Exploración de Datos.

Se busca conocer la base de datos de manera preliminar y rápida, identificar posibles desviaciones e identificar valores que influyan puntualmente en las dispersiones.

2. Análisis Descriptivo

Se suele usar análisis descriptivo para evaluar de manera rápida la base de datos, este análisis descriptivo puede incluir medidas de tendencia central como: media, mediana, moda; o también medidas de dispersión como: varianza o desviación estándar.

3. Análisis Inferencial

Se refiere a la capacidad que se puede tener sobre una base de datos para realizar predicciones, es decir, la capacidad para formular pruebas de hipótesis, demarcar intervalos de confianza, definir márgenes de error, entre otros.

4. Visualización de Datos

Las gráficas siempre van a ayudar a poder visualizar algunos aspectos matemáticos, existen gráficas cartesianas para funciones matemáticas, significados gráficos para derivadas e integrales. Pues bien, para el análisis estadístico también se pueden usar histogramas, diagramas, barras, funciones con los cuales se pueden visualizar: medidas de tendencia central, dispersiones, entre otros.

5. Identificación de Patrones y Tendencias

El principal objetivo de analizar estadísticamente una base de datos es poder identificar patrones, tendencias o conductas de la muestra, así pues, dependiendo de la base de datos se podrá anticipar resultados a algunos cuestionamientos, esto aplica para muchos ámbitos, desde encuestas electorales, predicciones sobre condiciones climáticas, predicciones comerciales, empresariales o de mercado, entre otros.

6. Validación y Verificación

Así como uno de los objetivos principales del análisis estadístico de una base de datos es poder anticipar patrones o tendencias, resulta igual de importante poder saber el grado de certeza de estas predicciones, esto puede variar dependiendo del tamaño de la muestra, el nivel de dispersión de variables y la variabilidad de los resultados.

Para el análisis estadístico de la base de datos se usarán conceptos tales como:

1. Promedio: conocido también como media, es la medida de tendencia central de un conjunto de datos. Se calcula sumando todos los valores y dividiendo el resultado entre el número total de valores.

2. **Varianza:** es una medida de la dispersión de los datos respecto a la media. Representa el promedio de las diferencias al cuadrado entre cada valor y la media. Indica cuánto se dispersan los valores de un conjunto de datos.
3. **Desviación estándar:** es la raíz cuadrada de la varianza. Mide la dispersión de los datos respecto a la media en las mismas unidades que los datos originales. Proporciona una forma intuitiva de entender la variabilidad de los datos.
4. **Nivel de confianza:** es la probabilidad de que un intervalo de confianza incluya el verdadero valor del parámetro poblacional. Se expresa como un porcentaje (por ejemplo, 95%) y refleja la certeza con la que se puede hacer una inferencia sobre el parámetro basado en una muestra.
5. **Grados de libertad:** se refieren al número de valores independientes que pueden variar en un análisis estadístico sin violar ninguna restricción. En muchos contextos, se calcula como el número de observaciones menos el número de parámetros estimados.
6. **Valor crítico:** es un punto de corte en una distribución de probabilidad que se utiliza para determinar el intervalo de aceptación de una prueba estadística. Se basa en el nivel de confianza y el tipo de prueba estadística que se está realizando.
7. **Margen de error:** es la cantidad de error aceptable en una estimación de parámetro poblacional basada en una muestra. Se calcula como la mitad del rango del intervalo de confianza y proporciona una medida de precisión de la estimación.
8. **Intervalo de confianza:** Es un rango de valores dentro del cual se espera que se encuentre el verdadero parámetro poblacional con un cierto nivel de confianza. Se utiliza para expresar la incertidumbre en una estimación estadística. (Newbold, P. et al., 2008)

En referencia a la elección del intervalo de confianza del 95%, este es comúnmente usado debido a su equilibrio entre certeza y utilidad práctica, puntos a tener en consideración para su uso:

1. **Equilibrio entre precisión y ancho de intervalo:** un intervalo de confianza del 95% proporciona un equilibrio adecuado entre el tamaño del intervalo y la certeza de que el parámetro de la población está dentro del intervalo.

Es lo suficientemente amplio para ofrecer una buena probabilidad de contener el valor verdadero, pero no tan amplio como para ser poco informativo.

2. Estándar convencional: el 95% se ha convertido en un estándar en la investigación científica y en la práctica estadística. Esto facilita la comunicación de resultados y la comparación entre diferentes estudios.
3. Interpretación intuitiva: el intervalo de confianza del 95% implica que, si se repitieran múltiples muestras y se calcularan intervalos de confianza para cada una, aproximadamente el 95% de esos intervalos incluirían el verdadero parámetro poblacional. Este nivel de confianza proporciona una forma intuitiva de comprender la certeza en torno a las estimaciones. (Levine, D. M. et al., 2016).

Distribución t de Student

Newbold, P. et al., (2008) menciona acerca de t de Student:

Dada una muestra aleatoria de n observaciones, de media \bar{x} y desviación típica s , extraída de una población que sigue una distribución normal de media μ , la variable aleatoria t sigue la distribución t de Student con $(n - 1)$ grados de libertad y viene dada por:

$$t = (\bar{x} - \mu) / (s / \sqrt{n})$$

Una variable aleatoria que tiene la distribución t de Student con v grados de libertad se representa por medio de t_v . Tal que $t_{v,\alpha/2}$ es el factor de fiabilidad, que es el número para el que: (pp. 311-312)

$$P(t_v > t_{v,\alpha/2}) = \alpha/2$$

Para efectos de visualización gráfica ver Figura 6.

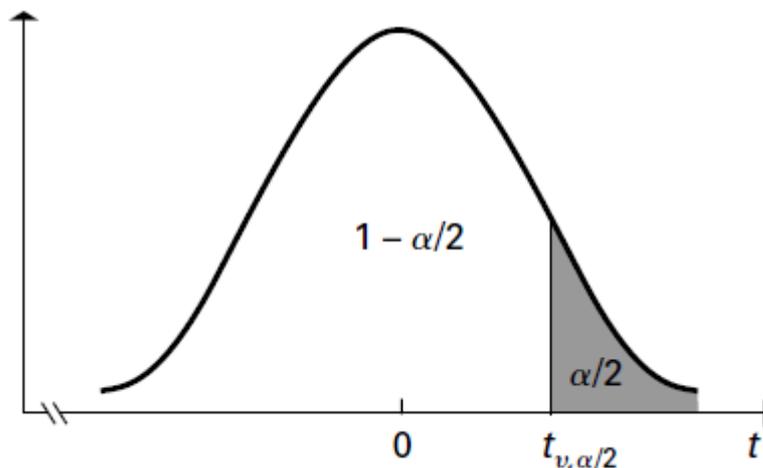


Figura 6. $P(t_v > t_{v,\alpha/2}) = \alpha/2$, donde t_v es una variable aleatoria t de Student con v grados de libertad.

Fuente: (Newbold, P. et al., Estadística Para Administración y Economía, 2008)

Luego, se consulta directamente la tabla de t de Student (ver Figura 7)

para: $t_{v,\alpha/2}$

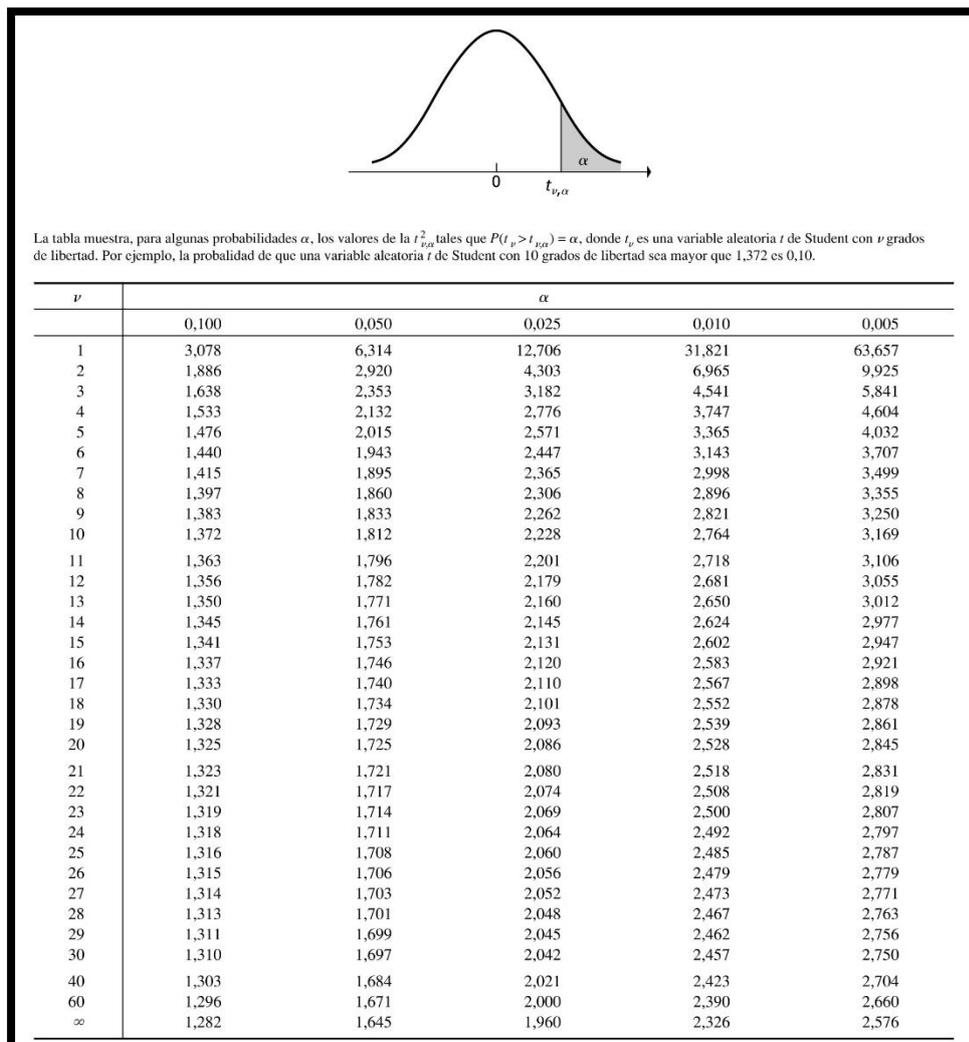


Figura 7. Puntos de corte de la distribución t Student.

Fuente: (Newbold, P. et al., Estadística Para Administración y Economía, 2008)

En referencia a la elección de la distribución t de Student y la distribución normal en el contexto de la inferencia estadística, especialmente cuando se trabaja con muestras pequeñas, se puede mencionar lo siguiente:

1. Comparativa de Distribución t de Student y Distribución Normal.
 - a. Tamaño de la Muestra:

La principal razón para elegir la distribución t de Student sobre la distribución normal cuando se tiene una muestra pequeña (como en el caso de la investigación 11 proyectos) es que la distribución t de Student tiene en cuenta la variabilidad adicional que se introduce cuando se estima la desviación estándar de la población a partir de una muestra pequeña.

b. Estimación de la Desviación Estándar:

Con muestras pequeñas, la estimación de la desviación estándar de la población a partir de la muestra puede no ser muy precisa. La distribución t de Student corrige esta incertidumbre adicional que se introduce al usar la desviación estándar muestral en lugar de la desviación estándar poblacional.

- Distribución Normal: Asume que se conoce la desviación estándar de la población y que la muestra es lo suficientemente grande como para que la estimación sea precisa.
- Distribución t: Es la más adecuada cuando la desviación estándar de la población no es conocida y la muestra es pequeña. Introduce un factor de corrección (a través de los grados de libertad) para ajustar la mayor variabilidad esperada en las estimaciones de parámetros.

c. Forma de la Distribución t:

La distribución t de Student tiene colas más anchas que la distribución normal. Esto refleja el mayor riesgo de obtener valores extremos en una muestra pequeña. A medida que el tamaño de la muestra aumenta, la distribución t se aproxima a la distribución normal.

2. Elección de la Distribución.

Para una muestra de tamaño $n=11$, la elección de la distribución t de Student es preferible debido a:

- Precisión en la Estimación: La distribución t proporciona intervalos de confianza y pruebas de hipótesis más fiables cuando la muestra es pequeña, debido a la mayor

variabilidad esperada en la estimación de la desviación estándar de la población.

- Grados de Libertad: La forma de la distribución t cambia con los grados de libertad (n-1). Para n=11, se tendrá 10 grados de libertad. Las tablas de la distribución t o los cálculos correspondientes tomarán en cuenta estos grados de libertad para ajustar el intervalo de confianza o el valor crítico en pruebas de hipótesis.

En resumen, para una muestra de 11 datos, se debe elegir la distribución t de Student en lugar de la distribución normal para ajustar la mayor incertidumbre y variabilidad en la estimación de la desviación estándar, proporcionando así estimaciones y pruebas más fiables en el contexto de una muestra pequeña. (Newbold, P. et al., 2008)

2.16. TRAZABILIDAD EN EL ENTORNO DE LA GERENCIA DE PROYECTOS

El término “Trazabilidad” hace referencia a la capacidad de poder rastrear una tarea o actividad, en el entorno de la Gerencia de Proyectos que enmarca de por sí múltiples áreas del conocimiento, es de vital importancia poder rastrear el origen de cualquier proceso, actividad o tarea.

De esta forma, en todos los procesos de gestión de proyectos se debe buscar que la documentación generada sea trazable, es decir, que se pueda saber el origen, autor, los interesados que revisan y los interesados que generan la información, fechas de envío y recepción, formas en las que se debe enviar, versión o revisiones por las que ha pasado y las actuales, así como archivos que alimentan el documento final, entre otros. En otras palabras, toda la información que pudiera servir para revisar de donde proviene un documento.

Para efectos de ejemplo se puede tener en consideración un presupuesto contractual. En este caso un presupuesto contractual debería tener la siguiente información trazable:

- a) Fecha de generación.

- b) Empresa o autor del presupuesto.
- c) Expediente técnico que se usó para generar el presupuesto (revisiones de los planos, de los planes, de las memorias descriptivas y de las especificaciones técnicas).
- d) Planilla de metrados.
- e) Análisis de Precios Unitarios.
- f) Consideraciones para Gastos Generales. (Desglose de los Gastos Generales)
- g) Consideraciones para Utilidad.
- h) Transmittal o registro de envío del presupuesto.
- i) Revisión del presupuesto.

Toda esta información podría ser suficiente para que podamos rastrear el origen de un determinado presupuesto. Pues bien, lo mismo debe suceder para la mayoría de documentos, esto puede ocurrir para cualquier documento del expediente, para un contrato, planes de trabajo, cronogramas, entre otros.

2.17. BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS

Las Buenas Prácticas en la gestión de proyectos hacen referencia a las diferentes estrategias, métodos y técnicas que han resultado efectivas y eficaces para sacar adelante un proyecto exitoso, y la definición de proyecto exitoso la mayoría de las veces está asociado a proyectos que se concretan en el plazo establecido, dentro de los costos establecidos, y con el estándar de calidad deseado, eso en líneas generales.

Algunos de los aspectos o puntos a revisar para asegurar el cumplimiento de las buenas prácticas en la gestión de proyectos son los siguientes:

- a) Definición clara de objetivos y alcance. Es un aspecto crucial tener una definición clara del alcance de un proyecto en general, esto permitirá plantear las mejores estrategias, estas pueden ir alineadas con la destinación de recursos, manejo de plazos, y estándares de calidad.

- b) Planificación adecuada. Una vez se tienen claros los alcances, esto permite determinar las diferentes estrategias que se pueden adoptar para atacar el proyecto y que este sea exitoso.
- c) Gestión del tiempo. Es un aspecto clave, pues todo proyecto viene enmarcado en un plazo de tiempo esperado, por lo general los problemas vienen a raíz de extenderse en los plazos del proyecto, extenderse en el plazo podría acarrear problemas como falta de financiamiento, paralización de obra, penalidades, entre otros.
- d) Comunicación de costos. En lo referente a costos, es importante mantener un control, por lo general, se parte de una línea de base de costos, y se va evaluando periódicamente las desviaciones respecto a esta línea base, estas evaluaciones pueden ser semanales, quincenales, mensuales, trimestrales, semestrales o anuales, dependiendo del proyecto. Lo que se busca es poder corregir estas posibles desviaciones o tomar medidas que corrijan las posibles causales de estas desviaciones.
- e) Comunicación efectiva. Se trata de que todos los stakeholders o interesados puedan absorber los mensajes de manera clara, una comunicación efectiva y asertiva es clave en el correcto desarrollo de un proyecto de construcción.
- f) Gestión de riesgos. Este aspecto es importante pues permite plantear estrategias para anticiparse a los posibles riesgos negativos (amenazas) o para explotar de una mejor manera los posibles riesgos positivos (oportunidades).
- g) Asignación adecuada de recursos. Como se mencionó anteriormente es clave tener definido el alcance, de esta manera se podrá asignar los recursos adecuado, es decir, no más, ni menos de los necesarios, se buscará en todo momento la optimización de recursos.
- h) Seguimiento y control. Tal cual se mencionó con respecto a los costos, es necesario hacer controles periódicos para aspectos como: alcance, costos, tiempo, calidad, entre otros, siempre con el objetivo de corregir posibles desviaciones respecto a un plan inicial o línea base.
- i) Documentación. Dejar registros a lo largo del desarrollo de un proyecto o en general generar la documentación del proyecto, de manera

adecuada y en los tiempos idóneos es clave para poder revisar y auditar tanto en etapa de pre, durante y post construcción.

- j) Evaluación post-proyecto. La evaluación post-proyecto es una buena práctica pues la mirada en retrospectiva permite tomar nota de los posibles errores que pueden ser mejorados en futuros proyectos de similares características. Para esto existen diferentes herramientas, una de ellas es la generación de una lista de “Lecciones Aprendidas”, algunas organizaciones suelen ir generando o alimentando esta herramienta durante el desarrollo del proyecto de manera periódica, esto para evitar que se pasen por alto posibles lecciones aprendidas o se pierdan en el camino en el caso de que solo se tomarán nota al final del proyecto.

2.18. INGENIERÍA DE VALOR

Es un método mediante el cual se busca mejorar un producto o proceso, principalmente buscando optimizar sus costos o empleo de recursos. Es decir, se enfoca en evaluar opciones para ofrecer un mismo producto o mejor a un costo menor.

Por lo general podemos identificar las siguientes etapas cuando se habla de ingeniería de valor:

- a) Identificación de Objetivo y Restricciones. Esta etapa trata de identificar los principales objetivos y restricciones, esto con la finalidad de fijar los parámetros del producto o proceso.
- b) Generación de Ideas y Soluciones Creativas. En esta etapa se buscan poner sobre la mesa todas las posibles ideas o soluciones que puedan generar el valor agregado que se necesita, para efectos de los proyectos de construcción de edificios, por ejemplo, podríamos hablar de la evaluación de la tecnología a usar para una losa de entrepiso, en este caso se tendría las típicas: losas aligeradas, losas macizas, losas postensadas, pre losas, losas nervadas, entre otras. Cada una de estas opciones representa un pro y contra y deben ponerse sobre la mesa en esta etapa de generación de ideas y soluciones.

- c) Evaluación de Alternativas. Con las ideas y soluciones planteadas en esta etapa se procede a evaluar las alternativas y su respectivo impacto, tanto en costo, tiempo, estándar y parámetros del producto.
- d) Selección de Soluciones Óptimas. Una vez evaluadas las soluciones se procede a seleccionar las que ofrezcan un mejor equilibrio entre costo, tiempo, valor y cumplimiento de los estándares del producto.
- e) Implementación y Seguimiento. Con las soluciones tomadas se procede a implementar en la generación del producto, se hace el seguimiento respectivo a la solución tomada para efectos de retroalimentación.
- f) Documentación y Comunicación. Todo el proceso debe ser documentado por efectos de trazabilidad, los mismos deben ser comunicados a todos los stakeholders o interesados.

El uso de la ingeniería de valor es cada vez más frecuente en los proyectos de construcción en general, con el desarrollo y masificación de los edificios multifamiliares en Lima, cada vez aparecen mejoras en los procesos de construcción, antes era poco común ver torres grúas y elevadores montacargas, los cuales pertenecen a las partidas de acarreo vertical. También es común ver torres de hormigoneo, que pertenece a la partida de concreto pre-mezclado. También, adicional a la tradicional albañilería de arcilla, se tienen la albañilería de sílico-calcáreo, albañilería de ladrillo King block. También es más común ver elementos prefabricados, como viguetas, bovedillas, pre losas. Y elementos postensados como las losas postensadas. Todas estas tecnologías son fruto de una evaluación de ingeniería de valor y cada una de estas tecnologías aplica a ciertos proyectos y contextos, a su vez cada uno de estos procesos tiene asociado su propio proceso de mejora continua.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE ESTUDIO

3.1. TIPOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Hernandez, 2006; Martínez, 1987), la presente investigación se categoriza de la siguiente manera:

3.1.1. Método de la Investigación

La presente investigación se desarrolló bajo el método inductivo incompleto, debido a que se parte del estudio de una muestra de presupuestos de edificios multifamiliares en Lima para poder generalizar la manera en que se obtienen nuevos presupuestos en proyectos de edificios de similares características; la orientación es aplicada, pues está orientada a ampliar el conocimiento de una determinada realidad con la finalidad de proponer nuevas herramientas para el análisis empresarial; enfoque cuantitativo, pues busca apoyarse en un conocimiento sistemático, comprobable y comparable, cuantificable y replicable donde la realidad es observable, medible y cuantificable, para lo cual la muestra son presupuestos elaborados a nivel de línea base de costos de proyectos de edificios multifamiliares en Lima; la recolección de datos será de fuente retrolectiva pues los datos obtenidos son de fuentes secundarias existentes con información registrada con fines originalmente distintos al del estudio, tales como la información de los distintos proyectos en los que se apoya la investigación.

3.1.2. Tipo de Investigación

Es de tipo descriptiva, debido a que su objetivo general es conocer, y establecer relaciones entre las variables de la investigación. También es correlacional pues busca determinar el grado de relación, asociación o dependencia entre las variables.

3.1.3. Nivel de la Investigación

El nivel de la investigación es de tipo descriptivo, porque plantea estimar valores de ciertos parámetros, que para el particular de la investigación son ratios de costos que posteriormente forman parte de los estimados de inversión y presupuestos preliminares.

3.1.4. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es no experimental, ya que no se participó en el desarrollo de los eventos (presupuestos de edificios de vivienda que sirven como base de datos), siendo ajenos a los resultados que se pudieron obtener; retrospectivo pues se va a manejar datos recogidos con anterioridad; y transversal, debido a que las comparaciones entre los presupuestos de cada proyecto, si bien es cierto guardarán relación en cuanto a las características generales (edificios de viviendas multifamiliares), son muestras completamente independientes.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población serán los proyectos de edificios de vivienda multifamiliares en Lima (Lima Top y Lima Moderna) en los años 2016; 2017; 2018; 2019 y 2020.

3.2.1.1. Criterios de Inclusión

- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares en distritos urbanizados de Lima Metropolitana.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares de hasta 60 metros de altura.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares de financiamiento y construcción pertenecientes al sector privado.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares con al menos dos niveles de sótanos destinados principalmente para estacionamiento.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares cuya área techada vaya desde los 2,500 metros cuadrados hasta los 25,000 metros cuadrados de área techada.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares cuyos sistemas constructivos sean de tipo aporticado con losas de entrepiso aligeradas o macizas con columnas y placas estructurales de concreto armado.

- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares cuya albañilería sea con ladrillo rojo de arcilla y ladrillos sílico-calcáreos.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares cuyas cimentaciones sean zapatas de concreto armado aisladas o interconectadas.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares cuyo sistema de estabilización de taludes sean muros anclados.

3.2.1.2. Criterios de Exclusión

- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares fuera de Lima Metropolitana o dentro de Lima, pero en distritos que no cuenten con servicios básicos completos (agua, luz, telefonía, internet).
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares con altura superior a 60 metros de altura.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares de financiamiento estatal o construcción a cargo Estado Peruano.
- Proyectos de edificios de viviendas que no cuenten con sótanos destinados para uso principalmente de estacionamiento.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares cuya área techada este fuera de los 2,500 metros cuadrados hasta los 25,000 metros cuadrados de área techada.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares cuyos sistemas constructivos no sean de tipo aporticado con losas de entrepiso aligeradas o macizas con columnas y placas estructurales de concreto armado.
- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares cuya albañilería no sea con ladrillo rojo de arcilla ni ladrillos sílico-calcáreos.

- Proyectos de edificios de viviendas multifamiliares cuyas cimentaciones no sean zapatas de concreto armado aisladas o interconectadas.

3.2.2. Diseño Muestral

El muestreo de la investigación fue no probabilístico, debido a que no se cuenta con la lista completa de elementos que componen el universo de estudio, que en este caso serían todos los presupuestos de edificios de viviendas multifamiliares en Lima (Lima Top y Lima Moderna); la muestra no probabilística en este caso fue de tipo espontánea pues no es posible tener referencias precisas acerca de la población total. Considerando lo anteriormente mencionado la muestra a analizar fueron once (11) proyectos de edificios de vivienda multifamiliares en Lima (Lima Top y Lima Moderna). Los cuales pertenecen a una empresa constructora de Lima, esta empresa constructora en el período del año 2014 al 2017(período de los once presupuestos) construyó diferentes tipos de edificaciones, pero solo once caían dentro de la tipología de pertenecer ser un edificio multifamiliar de viviendas en Lima Top y Lima Moderna.

El énfasis de la presente investigación está dirigido en la metodología de cómo generar una base de datos de precios unitarios de una organización que podría ser una empresa constructora para de esta manera tener referencias organizadas y analizadas en vez que presupuestos aislados. Es por ello que independientemente de que sean once presupuestos los analizados, se busca definir una suerte de procedimiento para tratar este tipo de información.

Para los efectos estadísticos del caso se escogió la distribución t-student por tener menos de 30 valores en la muestra, de ser el caso de tener más de 30 pudiera haberse optado por la distribución normal (para mayor detalle revisar 2.15. Análisis estadístico de una

base de datos). Este punto se desarrolla más a detalle en el Capítulo VI: Presentación Y Análisis De Resultados.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Tipos de Técnicas e Instrumentos

La técnica de recolección de datos usada para la investigación fue la de recopilación de datos porque se buscó, seleccionó y recogió información teórica adecuada que sumara conocimientos para la investigación, los instrumentos usados fueron documentos escritos y numéricos, las cuales se manifiestan en la investigación a través de planos, presupuestos, memorias descriptivas, especificaciones técnicas, entre otros.

3.3.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos usados son válidos y confiables pues pertenecen a información de primera mano (presupuestos contractuales) de proyectos ya ejecutados lo cual garantiza altos niveles de revisión y precisión de los documentos escritos y numéricos de los diferentes proyectos por parte de los ejecutores interesados.

3.3.3. Procedimientos para la recolección de datos

- De presupuesto: recogiendo y analizando los presupuestos de cada proyecto participante en la muestra estadística.
- De planos: recogiendo y analizando los planos de las diversas especialidades de cada proyecto participante en la muestra estadística.
- De metrados: recogiendo y analizando las diferentes cantidades de los insumos usados en cada partida presupuestal de cada proyecto participante en la muestra estadística.

3.4. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El procesamiento de datos se realizó siguiendo los criterios planteados en el formato Unifomat II, usando técnicas estadísticas que permitieron evaluar la información de una manera técnica y objetiva. El programa informático usado para este procesamiento fue Microsoft Excel.

CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA MUESTRA

4.1. PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de los Edificios Multifamiliares

Para la presente investigación se cuenta con una muestra de once (11) proyectos de edificios de vivienda multifamiliar, ubicados en zonas de Lima consideradas como pertenecientes a los grupos Lima Moderna (Jesús María, Magdalena, San Miguel, Pueblo Libre, Surquillo, Lince) y Lima Top (Barranco, La Molina, San Isidro, Miraflores, San Borja, Santiago de Surco).

Para efectos de tener una muestra homogénea estos edificios utilizan métodos constructivos similares, fueron construidos en años consecutivos y por una misma organización (empresa constructora peruana).

Para efectos descriptivos se muestra la Tabla 4 donde se detallan datos como los años de construcción y las áreas construidas de cada proyecto.

Tabla 4. Resumen de proyectos: áreas y año de construcción.

Código	Año	Área Sub Estructura	Área Súper Estructura	Área Techada Total
01-MOD-SANMIGUEL-01	2016	2,443.15	5,138.85	7,582.00
02-MOD-LINCE-01	2017	4,010.00	10,443.15	14,453.15
03-MOD-LINCE-02	2017	2,272.77	5,910.87	8,183.64
04-TOP-SURCO-01	2016	10,738.43	14,243.19	24,981.62
05-TOP-MIRAFLORES-01	2016	6,175.00	15,765.71	21,940.71
06-TOP-MIRAFLORES-02	2016	2,289.35	4,579.39	6,868.74
07-TOP-MIRAFLORES-03	2015	1,512.00	2,759.00	4,271.00

Código	Año	Área Sub Estructura	Área Súper Estructura	Área Techada Total
08-TOP-SANISIDRO-01	2014	2,104.94	3,242.31	5,347.25
09-TOP-SANISIDRO-02	2014	1,173.34	1,517.65	2,690.99
10-TOP-BARRANCO-01	2016	3,420.49	6,961.83	10,382.32
11-TOP-BARRANCO-02	2017	6,270.00	12,812.12	19,082.12

Fuente: elaboración propia.

La descripción de los costos incurridos a nivel de costos directo e indirectos, tanto como el tipo de cambio de la época, se pueden visualizar en Tabla 5 y en las tablas de descripción de cada proyecto, los conceptos de costos directos e indirectos se pueden revisar en 2.11.3. Costos directos y costos indirectos.

Tabla 5. Resumen de proyectos: costos y tipo de cambio.

Código	Presupuesto Costo Directo - Sin IGV	Presupuesto Costos Indirectos - Sin IGV	Presupuesto Total - Sin IGV	Tipo de Cambio
01-MOD-SANMIGUEL-01	9,436,780.93	2,084,119.07	11,520,899.99	3.24
02-MOD-LINCE-01	17,809,598.10	3,638,844.03	21,448,442.13	3.24
03-MOD-LINCE-02	10,710,088.01	1,641,339.67	12,351,427.67	3.24
04-TOP-SURCO-01	32,494,596.42	5,499,371.24	37,993,967.66	3.46
05-TOP-MIRAFLORES-01	26,559,303.59	4,783,843.79	31,343,147.38	3.46
06-TOP-MIRAFLORES-02	10,375,240.29	2,271,120.38	12,646,360.67	3.46
07-TOP-MIRAFLORES-03	5,813,258.65	1,248,537.64	7,061,796.29	3.31
08-TOP-SANISIDRO-01	7,905,235.67	1,620,926.19	9,526,161.86	2.90

Código	Presupuesto Costo Directo - Sin IGV	Presupuesto Costos Indirectos - Sin IGV	Presupuesto Total - Sin IGV	Tipo de Cambio
09-TOP-SANISIDRO-02	3,631,095.05	842,189.42	4,473,284.48	2.90
10-TOP-BARRANCO-01	13,919,803.42	2,459,278.44	16,379,081.86	3.46
11-TOP-BARRANCO-02	25,910,300.82	5,019,436.78	30,929,737.60	3.24

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente se debe mencionar que se cuenta con los presupuestos para construcción y los planos de los proyectos mencionados, los cuales servirán para el procesamiento de esta información en el formato Uniformat II.

Es importante mencionar que la muestra comparte algunas características, tales como: haber sido construidos con sistema estructural de tipo aporticado con placas rigidizantes de concreto armado; losas aligeradas, salvo en casos puntuales el uso de losas macizas como en baños debido a la acumulación de tuberías, y el uso de albañilería armada con ladrillo sílico-calcáreo.

A continuación, y para tener una idea más precisa se presentan los datos de cada uno de los proyectos de la muestra:

a) Proyecto 01: 01-MOD-SANMIGUEL-01 (Tabla 6)

Tabla 6. Datos del Proyecto 01: 01-MOD-SANMIGUEL-01

Proyecto	01-MOD-SANMIGUEL-01
Ubicación	San Miguel / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2016
Área Techada Total	7,582.00
Área Subestructura	2,443.15
Área Superestructura	5,138.85
Número de Departamentos	60.00
Número de Sótanos	5.00
Número de Pisos	15.00 + AZOTEA
Área de Terreno	575.00
Presupuesto Costo Directo	9,436,780.93
Presupuesto Costo Indirecto	2,084,119.07

Proyecto	01-MOD-SANMIGUEL-01
Presupuesto Total - Sin IGV	11,520,899.99

Fuente: elaboración propia.

b) Proyecto 02: 02-MOD-LINCE-01 (Tabla 7)

Tabla 7. Datos del Proyecto 02: 02-MOD-LINCE-01

Proyecto	02-MOD-LINCE-01
Ubicación	Lince / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2017
Área Techada Total	14,453.15
Área Subestructura	4,010.00
Área Superestructura	10,443.15
Número de Departamentos	108.00
Número de Sótanos	5.00
Número de Pisos	20.00 + AZOTEA
Área de Terreno	1,018.00
Presupuesto Costo Directo	17,809,598.10
Presupuesto Costo Indirecto	3,638,844.03
Presupuesto Total - Sin IGV	21,448,442.13

Fuente: elaboración propia.

c) Proyecto 03: 03-MOD-LINCE-02 (Tabla 8)

Tabla 8. Datos del Proyecto 03: 03-MOD-LINCE-02

Proyecto	03-MOD-LINCE-02
Ubicación	Lince / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2017
Área Techada Total	8,183.64
Área Subestructura	2,272.77
Área Superestructura	5,910.87
Número de Departamentos	59.00
Número de Sótanos	2.00
Número de Pisos	7.00 + AZOTEA
Área de Terreno	1,466.50
Presupuesto Costo Directo	10,710,088.01
Presupuesto Costo Indirecto	1,641,339.67
Presupuesto Total - Sin IGV	12,351,427.67

Fuente: elaboración propia.

d) Proyecto 04: 04-TOP-SURCO-01 (Tabla 9)

Tabla 9. Datos del Proyecto 04: 04-TOP-SURCO-01

Proyecto	04-TOP-SURCO-01
Ubicación	Santiago de Surco / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2016
Área Techada Total	24,981.62
Área Subestructura	10,738.43
Área Superestructura	14,243.19
Número de Departamentos	103.00
Número de Sótanos	4.00
Número de Pisos	12.00 + AZOTEA
Área de Terreno	1,681.00
Presupuesto Costo Directo	32,494,596.42
Presupuesto Costo Indirecto	5,499,371.24
Presupuesto Total - Sin IGV	37,993,967.66

Fuente: elaboración propia.

e) Proyecto 05: 05-TOP-MIRAFLORES-01 (Tabla 10)

Tabla 10. Datos del Proyecto 05: 05-TOP-MIRAFLORES-01

Proyecto	05-TOP-MIRAFLORES-01
Ubicación	Miraflores / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2016
Área Techada Total	21,940.71
Área Subestructura	6,175.00
Área Superestructura	15,765.71
Número de Departamentos	124.00
Número de Sótanos	7.00
Número de Pisos	20.00 + AZOTEA
Área de Terreno	1,104.00
Presupuesto Costo Directo	26,559,303.59
Presupuesto Costo Indirecto	4,783,843.79
Presupuesto Total - Sin IGV	31,343,147.38

Fuente: elaboración propia.

f) Proyecto 06: 06-TOP-MIRAFLORES-02 (Tabla 11)

Tabla 11. Datos del Proyecto 06: 06-TOP-MIRAFLORES-02

Proyecto	06-TOP-MIRAFLORES-02
Ubicación	Miraflores / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2016
Área Techada Total	6,868.74
Área Subestructura	2,289.35
Área Superestructura	4,579.39

Proyecto	06-TOP-MIRAFLORES-02
Número de Departamentos	22.00
Número de Sótanos	4.00
Número de Pisos	7.00 + AZOTEA
Área de Terreno	830.16
Presupuesto Costo Directo	10,375,240.29
Presupuesto Costo Indirecto	2,271,120.38
Presupuesto Total - Sin IGV	12,646,360.67

Fuente: elaboración propia.

g) Proyecto 07: 07-TOP-MIRAFLORES-03 (Tabla 12)

Tabla 12. Datos de Proyecto 07: 07-TOP-MIRAFLORES-03

Proyecto	07-TOP-MIRAFLORES-03
Ubicación	Miraflores / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2015
Área Techada Total	4,271.00
Área Subestructura	1,512.00
Área Superestructura	2,759.00
Número de Departamentos	17.00
Número de Sótanos	3.00
Número de Pisos	7.00 + AZOTEA
Área de Terreno	521.60
Presupuesto Costo Directo	5,813,258.65
Presupuesto Costo Indirecto	1,248,537.64
Presupuesto Total - Sin IGV	7,061,796.29

Fuente: elaboración propia.

h) Proyecto 08: 08-TOP-SANISIDRO-01 (Tabla 13)

Tabla 13. Datos del Proyecto 08: 08-TOP-SANISIDRO-01

Proyecto	08-TOP-SANISIDRO-01
Ubicación	San Isidro / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2014
Área Techada Total	5,347.25
Área Subestructura	2,104.94
Área Superestructura	3,242.31
Número de Departamentos	17.00
Número de Sótanos	3.00
Número de Pisos	9.00 + AZOTEA
Área de Terreno	646.00
Presupuesto Costo Directo	7,905,235.67
Presupuesto Costo Indirecto	1,620,926.19

Proyecto	08-TOP-SANISIDRO-01
Presupuesto Total - Sin IGV	9,526,161.86

Fuente: elaboración propia.

i) Proyecto 09: 09-TOP-SANISIDRO-02 (Tabla 14)

Tabla 14. Datos del Proyecto 09: 09-TOP-SANISIDRO-02

Proyecto	09-TOP-SANISIDRO-02
Ubicación	San Isidro / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2014
Área Techada Total	2,690.99
Área Subestructura	1,173.34
Área Superestructura	1,517.65
Número de Departamentos	10.00
Número de Sótanos	3.00
Número de Pisos	5.00 + AZOTEA
Área de Terreno	520.24
Presupuesto Costo Directo	3,631,095.05
Presupuesto Costo Indirecto	842,189.42
Presupuesto Total - Sin IGV	4,473,284.48

Fuente: elaboración propia.

j) Proyecto 10: 10-TOP-BARRANCO-01 (Tabla 15)

Tabla 15. Datos del Proyecto 10: 10-TOP-BARRANCO-01

Proyecto	10-TOP-BARRANCO-01
Ubicación	Barranco / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2016
Área Techada Total	10,382.32
Área Subestructura	3,420.49
Área Superestructura	6,961.83
Número de Departamentos	125.00
Número de Sótanos	4.00
Número de Pisos	5.00 + AZOTEA
Área de Terreno	1,572.49
Presupuesto Costo Directo	13,919,803.42
Presupuesto Costo Indirecto	2,459,278.44
Presupuesto Total - Sin IGV	16,379,081.86

Fuente: elaboración propia.

k) Proyecto 11: 11-TOP-BARRANCO-02 (Tabla 16)

Tabla 16. Datos del Proyecto 11: 11-TOP-BARRANCO-02

Proyecto	11-TOP-BARRANCO-02
Ubicación	Barranco / Lima / Lima / Perú
Año de Construcción	2017
Área Techada Total	19,082.12
Área Subestructura	6,270.00
Área Superestructura	12,812.12
Número de Departamentos	204.00
Número de Sótanos	6.00
Número de Pisos	20.00 + AZOTEA
Área de Terreno	1,086.60
Presupuesto Costo Directo	25,910,300.82
Presupuesto Costo Indirecto	5,019,436.78
Presupuesto Total - Sin IGV	30,929,737.60

Fuente: elaboración propia.

4.2. PROCESAMIENTO Y GENERACIÓN DE UNA BASE DE DATOS EN FORMATO UNIFORMAT II

Cuando se cuente con la información necesaria para generar una base de datos, y estamos hablando de presupuestos a nivel de línea base de costos, planos de las diferentes especialidades, o de manera ideal todo el expediente técnico, podremos pensar en generar una base de datos.

El motivo de la necesidad de tener toda esta información es revisarla para poder homologar características de cada proyecto esto con el fin de incorporarlo en el formato Uniformat II de manera adecuada y se puedan obtener valores revisados tanto en metrados y cantidades como en ratios de costos o precios unitarios.

Este capítulo menciona los términos “procesamiento” y “generación” debido a que son los pasos a seguir para generar una base de datos de este tipo.

Procesamiento porque se requiere hacer un tratamiento al presupuesto en formato tradicional para llevarlo al formato Uniformat II.

Generación porque se requiere agrupar todos los presupuestos procesados de tal manera que permita un análisis estadístico generándose una tabla de base de datos.

Se requiere de un análisis estadístico principalmente para poder depurar valores inconsistentes, valores que generen dispersión, y analizar correctamente las tendencias centrales.

A continuación, se describe con mayor detalle cada uno de estos puntos.

- 4.2.1. Procesamiento de Presupuestos con Partidas Presupuestales Clásicas o Tradicionales a Presupuestos con Formato Uniformat II
Una vez hecho el reconocimiento de la muestra de los proyectos con los que se va a trabajar, se debe revisar los presupuestos asignados a los mencionados proyectos, los cuales como es lógico, tienen el formato tradicional de un presupuesto de viviendas multifamiliares en Lima – Perú.

Los proyectos suelen agrupar sus gastos en partidas, las cuales comúnmente se suelen dividir como se muestra en la Tabla 17:

Tabla 17. Conformación típica de partidas en proyectos en Perú.

N°	Partida Presupuestal
1	Obras preliminares/provisionales
2	Estructuras
3	Arquitectura
4	Instalaciones eléctricas (IIEE)
5	Instalaciones sanitarias (IISS)
6	Instalaciones mecánicas (IIMM)
7	Instalaciones de agua contra incendios y detección contra incendios (ACI y DACI)
8	Instalaciones de gas (IIGG)
9	Ascensores
10	Circuito cerrado de cable y TV (CCTV)
11	Comunicaciones
12	Equipamiento de áreas comunes
13	Redes complementarias de agua y alcantarillado
14	Obras exteriores

Fuente: elaboración propia.

Por su parte el Formato Uniformat II plantea una estructura de costos completamente diferente, en la cual se establecen niveles de jerarquía como se puede ver en la Tabla 18:

Tabla 18. Niveles de jerarquía en la estructura del Formato Uniformat II.

Niveles	Estructura de Costos
1	Grupo Principal de Elementos
2	Grupo de Elementos
3	Elementos Individuales
4	Tipo de Elementos

Fuente: elaboración propia.

- Nivel 1: Grupo Principal de Elementos
- Nivel 2: Grupo de Elementos
- Nivel 3: Elementos Individuales
- Nivel 4: Tipo de Elementos

Para poder incorporar los costos planteados de los presupuestos tradicionales hacia la estructura planteada por el Formato Uniformat II, los mencionados costos deberán ir un nivel por debajo del Nivel 4, se podría indicar que en una especie de Nivel 5.

Se menciona indirectamente el Nivel 5, dado a que esta definición no es estándar, la ASTM no menciona en su bibliografía ningún Nivel 5. Este arreglo es útil para el objetivo precisamente del uso del Formato Uniformat II para esta investigación, que es el de usar una estructura estándar de partidas para poder comparar los precios unitarios de las partidas de los diferentes presupuestos de los proyectos.

Se tendrán que incorporar todos los costos del presupuesto tradicional al Formato Uniformat II (en el Nivel 5), debiendo coincidir ambos en el monto total acumulado al momento de la revisión.

El resultado será un presupuesto en Formato Uniformat II por cada presupuesto tradicional.

Este proceso debe realizarse con mucho cuidado y con el análisis debido ya que con esta información se obtendrán los datos de los ratios o precios unitarios a analizarse estadísticamente. Para efectos de tener una idea más precisa, se podría decir que del Nivel 1 al Nivel 4, las unidades de medida serán determinadas por lo preestablecido en el Formato Uniformat II, mientras que las partidas

del Nivel 5 tendrán las unidades *de medida preestablecidas en cada presupuesto de cada proyecto*. Ver Figura 8.

A continuación, se muestran la Tabla 19 y Tabla 20 donde se observa el proceso a realizar.

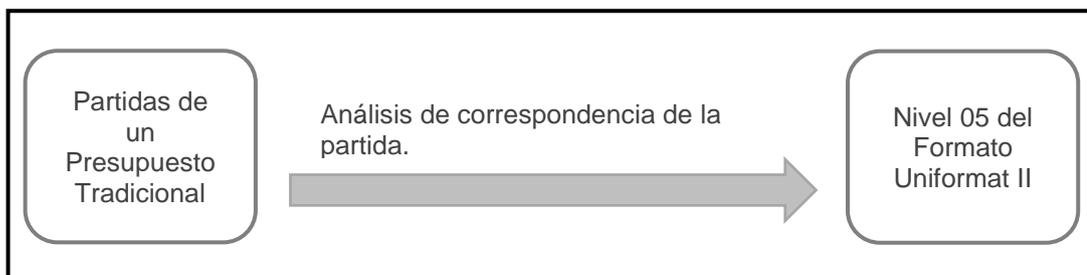


Figura 8. Flujo de Procesamiento de Presupuestos Formato Clásico a Formato Uniformat II.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Presupuesto Tradicional – Ejemplo: Partida de Mov. de Tierras.

Item	Partida General	Descripción	Partida Control	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
1.02	ESTRUCTURAS	MOVIMIENTO DE TIERRAS	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
<u>1.02.01</u>	<u>ESTRUCTURAS</u>	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>	-	-	-	-
1.02.01.01	ESTRUCTURAS	OBRAS PRELIMINARES	MOVIMIENTO DE TIERRAS	glb	1.00	S/. 68,000.00	S/. 68,000.00
<u>1.02.02</u>	<u>ESTRUCTURAS</u>	<u>EXCAVACIONES MASIVAS Y ELIMINACION</u>	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>	-	-	-	-
1.02.02.01	ESTRUCTURAS	Excavación masiva y eliminación de nivel 00 a -5.60	MOVIMIENTO DE TIERRAS	m3	7,505.94	21.50	S/. 161,377.71
1.02.02.02	ESTRUCTURAS	Excavación masiva y eliminación de nivel -5.60 a -11.85	MOVIMIENTO DE TIERRAS	m3	7,230.01	24.50	S/. 177,135.25
1.02.02.03	ESTRUCTURAS	Excavación Localizada (cimiento y cisternas)	MOVIMIENTO DE TIERRAS	m3	2,392.73	24.50	S/. 58,621.89
1.02.02.04	ESTRUCTURAS	Protección contra caídas de piedras en descarga a volquetes (incl. mano de obra + mallas de protección)	MOVIMIENTO DE TIERRAS	glb	1.00	10,350.00	S/. 10,350.00
1.02.02.05	ESTRUCTURAS	Horas máquina para traslados de encofrado, acero, dados de concreto relleno para entibado, relleno de material propio cisternas y cimientos.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	hm	300.00	250.00	S/. 75,000.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Ejemplo de tabla anterior llevada a Formato Uniformat II.

<u>Nivel Jerarquía</u>	<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Cant / ATT</u>	<u>Cant</u>	<u>Und</u>	<u>Elemento</u>	<u>P.U.</u>	<u>Costo</u>	<u>Costo/ATT</u>
01	A00	Sub Estructura	0.33	3,420.49	m2	Área techada de Subestructura	873.55	2,987,987.06	287.80
02	A20	Construcción de Sótano	0.33	3,420.49	m2	Área techada de Subestructura	716.41	2,450,474.24	236.02
03	A2010	Excavación de Sótano	1.65	17,128.68	m3	Volumen de excavación	32.14	550,484.84	53.02
04	A201001	Excavación de sótano	1.65	17,128.68	m3	Volumen de excavación	32.14	550,484.84	53.02
05	Partida del Presupuesto	OBRAS PRELIMINARES							
05	Partida del Presupuesto	OBRAS PRELIMINARES-M.T.	0.00	1.00	glb		68,000.00	68,000.00	6.55
05	Partida del Presupuesto	EXCAVACIONES MASIVAS Y ELIMINACION							
05	Partida del Presupuesto	Excavación masiva y eliminación de nivel 00 a -5.60.	0.72	7,505.94	m3		21.50	161,377.71	15.54
05	Partida del Presupuesto	Excavación masiva y eliminación de nivel -5.60 a -11.85.	0.70	7,230.01	m3		24.50	177,135.25	17.06
05	Partida del Presupuesto	Excavación localizada (cimiento y cisternas).	0.23	2,392.73	m3		24.50	58,621.89	5.65
05	Partida del Presupuesto	Protección contra caídas de piedras en descarga a volquetes (Inc. mano de obra + mallas de protección).	0.00	1.00	glb		10,350.00	10,350.00	1.00
05	Partida del Presupuesto	Horas máquina para traslados de encofrado, acero, dados de concreto relleno para entibado, relleno de material propio cisternas y cimientos.	0.03	300.00	hm		250.00	75,000.00	7.22

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Generación de Base de Datos en el Formato Uniformat II

Con la información de cada Presupuesto con Partidas Presupuestales Clásicas o Tradicionales llevada a Presupuesto con Formato Uniformat II, se debe compilar la misma información de todos los presupuestos. Una vez compilados todos los formatos Uniformat II de cada presupuesto se formará una tabla, la cual mostrará las partidas, sus unidades de medida, los costos de cada una, y los ratios de costos para cada una de ellas.

A continuación, y a manera de ejemplo se muestra la Tabla 21 mencionada líneas arriba junto con los datos de uno de los presupuestos en el formato tradicional, a continuación, en la Tabla 22 se muestra el mismo presupuesto tradicional llevado al Formato Uniformat II para efectos de visualización este se muestra solo en el Nivel 01 del Formato Uniformat II, pero es importante recalcar que para llegar a este nivel coincidiendo el presupuesto en Formato Uniformat II con el tradicional se ha debido analizar cada una de las partidas del presupuesto tradicional y llevarlas al Formato Uniformat II.

Se debe entender que la base de datos a generarse contiene todos los presupuestos que se han planteado para esta investigación.

Tabla 21. Ejemplo de resumen del presupuesto de 02-MOD-LINCE-01.

N°	Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
1	OBRAS PRELIMINARES	Glb	1.00	1,579,183.93	1,579,183.93
2	ESTRUCTURAS	Glb	1.00	5,780,968.39	5,780,968.39
3	ARQUITECTURA	Glb	1.00	6,797,356.30	6,797,356.30
4	INSTALACIONES ELECTRICAS	Glb	1.00	1,154,171.56	1,154,171.56
5	INSTALACIONES SANITARIAS	Glb	1.00	1,040,153.84	1,040,153.84
6	INSTALACIONES MECANICAS	Glb	1.00	311,990.00	311,990.00
7	ACI / DETECCION	Glb	1.00	515,679.55	515,679.55
8	ASCENSORES	Glb	1.00	429,422.00	429,422.00
9	IIGG	Glb	1.00	165,020.00	165,020.00
10	COMUNICACIONES	Glb	1.00	35,652.54	35,652.54
COSTO DIRECTO					17,809,598.10
GASTOS GENERALES			9.0%	1,601,242.02	

N°	Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
	UTILIDAD		9.5%		2,037,602.00
	COSTO PARCIAL				21,448,442.13

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22. Presupuesto del proyecto 02-MOD-LINCE-01 en Uniformat II

ID	Parámetros		Und	Proyecto: 02-MOD-LINCE-01		
ID	Sistema	Descripción de Unidad	Und	Cantidad	Ratios	Parcial (S/)
A00	Sub-Estructura	Área techada de Subestructura	m2	4,010.00	589.41	2,363,516.75
B00	Casco	Área techada de Superestructura	m2	10,443.15	416.41	4,348,670.06
C00	Interiores	Área techada total	m2	14,453.15	293.07	4,235,781.21
D00	Servicios	Área techada total	m2	14,453.15	276.44	3,995,425.25
E00	Equipamiento y Mobiliario	Área techada total	m2	14,453.15	89.05	1,287,020.91
F00	Construcciones Especiales y Demoliciones	Área techada total	m2	0.00	0.00	0.00
G00	Trabajos de Sitio	Área intervenida	m2	0.00	0.00	0.00
H00	Obras Provisionales & Preliminares	Plazo de Obra	Mes	23.00	68,660.17	1,579,183.93
A	COSTO DIRECTO A	ATT	S/.	14,453.15	1,232.23	17,809,598.10
Contingencias			%	0.00	0.00	0.00
B	COSTO DIRECTO B	(A + Inc. Contingencia)	S/.	14,453.15	1,232.23	17,809,598.10
Gastos Generales y Utilidad			m2	14,453.15	251.77	3,638,844.03
C	COSTO DIRECTO C	(B + GG + Utilidades)	S/.	14,453.15	S/1,484.00	21,448,442.13
Reservas de Costo Directo			%	0.00	0.00	0.00
Sub-total - Costo Directo		(Costo Directo C + Reserva)	S/.	14,453.15	1,484.00	S/21,448,442.13

Fuente: elaboración propia.

Para efectos de la revisión estadística se evaluará la base de datos hasta el Nivel 03 (Nivel 01, 02 y 03), se debe recordar que las partidas de los presupuestos tradicionales serán ingresadas en una especie de Nivel 05.

A continuación, en la Tabla 23 se muestra hasta el Nivel 03 de todo el Formato Uniformat II.

Tabla 23. Formato Uniformat II. Vista de las partidas hasta el Nivel 03.

ID	Sistema	Descripción	Und
A00	Sub-Estructura	Área techada de Subestructura	m2
-	-	-	-
Cimentación		Área de impresión	m2
A1010	Cimentación Normal	Área de impresión	m2
A1020	Cimentaciones Especiales	Área de impresión	m2
A1030	Losas sobre Terreno	Área de impresión	m2
A1040	Reservorios enterrados	Volumen de muros y losas	m3
Construcción de Sótano		Área techada de Subestructura	m2
A2010	Excavación de Sótano	Volumen de excavación	m3
A2020	Muros perimetrales de Sostenimiento	Área de Sostenimiento de Sótano	m2
A2030	Elementos Verticales	Área techada de Subestructura	m2
A2040	Elementos Horizontales	Área Techada de Losa Horizontal	m2
A2050	Elementos Inclinaados	Área de Techada de losa Inclinaada	m2
A2060	Reservorios no Enterrados	Volumen de muros y losas	m3
B00	Casco	Área techada de Superestructura	m2
Superestructura		Área techada de Superestructura	m2
B1010	Elementos Verticales	Área techada de Superestructura	m2
B1020	Elementos Horizontales	Área techada de Losa Horizontal	m2
B1030	Elementos Inclinaados	Área techada de Losa Inclinaada	m2
B1040	Sistema Estructural de Cubiertas	Área techada de estructura de Cubierta	m2
B1050	Estructuras Adosadas Prefabricadas	Área techada de soporte	m2
B1060	Reservorios no Enterrados	Volumen de muros y losas	m3
Cerramientos Exteriores		Área de Cerramiento Ext	m2
B2010	Cerramientos Opacos	Área de Cerramiento Opaco	m2
B2020	Terminaciones de muros exteriores	Área techada intervenida	m2
B2030	Ventanas Exteriores	Unidad de Ventanas exteriores	und
B2040	Puertas exteriores	Área de Puertas Exteriores	m2
Cubiertas		Área de cubierta	m2

ID	Sistema	Descripción	Und
B3010	Coberturas Opaca de techos	Área de cubierta Opaca	m2
B3020	Aberturas de Techos	Área de Abertura	m2
Coo	Interiores	Área techada total	m2
Construcciones Interiores		Área techada total	m2
C1010	Tabiquerías	Área techada total	m2
C1020	Puertas Interiores	Área techada total	m2
C1030	Escaleras Prefabricadas	Número de escaleras	und
C1040	Accesorios	Área techada total	m2
Terminaciones Interiores		Área Techada Total	m2
C2010	Terminaciones de muros	Área techada total	m2
C2020	Terminaciones de pisos	Área techada total	m2
C2030	Terminaciones de techos	Área techada total	m2
C2040	Terminaciones de Escaleras	Área de Escaleras	m2
C2050	Terminaciones de rampas	Área de Rampas	m2
Doo	Servicios	Área techada total	m2
Transporte Mecánico		Área techada total	m2
D1010	Elevadores y ascensores	Número de Equipos	und
D1020	Escaleras y rampas mecánicas	Número de equipos	und
D1030	Sistemas de Transporte de Material	Número de sistemas	und
D1090	Otros Sistemas de Transporte	Número de sistemas	und
Instalaciones Sanitarias		Área techada total	m2
D2010	Aparatos sanitarios	Número de aparatos	und
D2020	Distribución sanitaria	Número de puntos	pto
D2030	Desecho Sanitario	Número de puntos	pto
D2040	Drenaje de agua de lluvias	Área de Techo	m2
D2050	Otros sistemas	Área techada total	m2
Calefacción, Ventilación y AA (HVAC)		Área Techada con AA	m2
D3010	Sistemas de Provisión de Energías Alternativas	Potencia	KW
D3020	Sistema de generación de calor	Potencia	KW
D3030	Sistema de generación de frío	Ton	Ton
D3040	Sistema de distribución	Área techada total	m2
D3050	Terminales y unidades compactas	Potencia	Ton
D3060	Control e instrumentación	Potencia	Ton
D3070	Sistema de pruebas y mantenimientos	Potencia	KW
D3090	Otros sistemas HVAC y equipos	Número de equipos especiales	und
Sistema de Suministro y distribución de Gas		Área techada total	m2
D4010	Sistema de Distribución de GLP y GN	Número de puntos	und

ID	Sistema	Descripción	Und
Protección Contra incendios		Área techada total protegida	m2
D5010	Sprinklers	Número de cabeza de sprinklers	und
D5020	Sistema de Extinguidores	Número de extinguidores	und
D5090	Otros Sistemas de Protección Contra incendios	Área techada total	m2
Instalaciones Eléctricas en B.T.		Área techada total	m2
D6010	Sistema Eléctrico de Distribución	Área techada total	m2
D6020	Iluminación y Cableado de tomacorrientes y fuerza	Área techada total	m2
D6030	Comunicación y Seguridad	Área techada total	m2
D6090	Otros Servicios Eléctricos	Área techada total	m2
E00	Equipamiento y Mobiliario	Área techada total	m2
Equipamiento		Área techada intervenida	m2
E1010	Equipamiento Comercial	Área techada intervenida	m2
E1020	Equipamiento Institucional	Área techada intervenida	m2
E1030	Equipamiento Vehicular	Área techada Vehicular	m2
E1090	Otros Equipos	Área techada intervenida	m2
Mobiliario		Área techada intervenida	m2
E2010	Mobiliario Fijo	Área techada intervenida	m2
E2020	Mobiliario móvil	Área techada intervenida	m2
F00	Construcciones Especiales y Demoliciones	Área techada total	m2
Construcciones Especiales		Área techada total	m2
F1010	Estructuras Especiales	Área techada intervenida	m2
F1020	Construcciones Integradas	Área techada intervenida	m2
F1030	Sistemas de Construcción Especiales	Área techada intervenida	m2
F1040	Instalaciones Especiales	Área techada intervenida	m2
F1050	Instrumentación y Controles Especiales	Área intervenida	m2
Demolición Localizada del Edificio		Área de terreno	m2
F2010	Demoliciones de Componentes del Edificio	Área de terreno	m2
F2020	Demolición de Componentes Riesgosos	Área techada intervenida	m2
G00	Trabajos de Sitio	Área intervenida	m2
Preparación de Sitio		Área de Limpieza	m2
G1010	Limpieza de sitio	Área de Limpieza	m2
G1020	Reubicaciones y demoliciones de sitio	Área demolida	m2
G1030	Corte, relleno y eliminación masiva de sitio	Volumen de material Excavado	m3
G1040	Eliminación de desperdicios riesgosos	Volumen de material	m3

ID	Sistema	Descripción	Und
Mejoras de Sitio		Área de pavimento	m2
G2010	Pavimento en zonas vehiculares	Área de pavimento	m2
G2020	Estacionamientos	Número de estacionamientos	Nº
G2030	Veredas (VE)	Área del pavimento	m2
G2040	Obras Ornamentales	Global	GlB
G2050	Paisajismo	Área paisajista	m2
Servicios Mecánicos y Cíviles de Sitio		Área techada total	m2
G3010	Suministro de agua	Área Techada Total	m2
G3020	Reservorios	Volúmenes de muros y losas	m3
G3030	Alcantarillado sanitario	Área Techada Total	m2
G3040	Sistema de agua pluvial	Longitud del sistema	ml
G3050	Distribución de Calor	Longitud del sistema	ml
G3060	Distribución de frío	Longitud del sistema	ml
G3070	Distribución de combustibles	Longitud del sistema	ml
G3090	Otros servicios mecánicos de sitio	Longitud del sistema	ml
Servicios Eléctricos de Sitio		KVA	KVA
G4010	Sistema de utilización	Longitud del conductor	ml
G4020	Iluminación de Sitio (exterior)	Longitud de distribución	ml
G4030	Comunicación y seguridad de sitio	Longitud de distribución	ml
G4090	Otros servicios eléctricos de sitio	Global	GlB
Otras construcciones de Sitio		Global	GlB
G9010	Túneles Pedestres y de Servicio	Longitud del túnel	ml
G9090	Otras Construcciones de Sitio	Global	GlB
H00	Obras Provisionales & Preliminares	Plazo de Obra	mes
Obras Provisionales & Preliminares		mes	%
H1010	Obras provisionales & preliminares	mes	mes
A	COSTO DIRECTO A	ATT	S/.
Contingencias		%	%
Z10101	Contingencias	%	%
B	COSTO DIRECTO B	(A + Inc. Contingencia)	S/.
Gastos Generales y Utilidad		Área techada total	m2
Y101001	Gastos generales	Área Techada Total	m2
Y101002	Utilidad	Área Techada Total	m2
C	COSTO DIRECTO C	(B + GG + Utilidades)	S/.

ID	Sistema	Descripción	Und
Reservas de Costo Directo		%	%
X1010	Reservas de Costo Directo	%	%
	Sub-total - Costo Directo	(Costo Directo C + Reserva)	S/

Fuente: Formato Uniformat II – ASTM (1997).

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA BASE DE DATOS

Análisis Categórico de la Base de Datos

Del cuadro donde se integran todos los presupuestos en Formato Uniformat II se analizan algunos datos estadísticos tales como:

1. Cantidad de datos.
2. Promedio.
3. Varianza.
4. Desviación estándar.
5. Coeficiente de variación.
6. Intervalo de confianza.
7. Margen de error.

Este análisis se hace a nivel de Elementos Individuales según los niveles de jerarquía planteados en la estructura del Formato Uniformat II.

Recapitulando los pasos que se han seguido hasta este punto tenemos que:

1. Los presupuestos fueron llevados de su “estado natural” al Formato Uniformat II, para esto se debe metrar según las unidades que solicite el Formato Uniformat II.
2. Una vez en el Formato Uniformat II se han comparado los que vendrían a ser los precios unitarios o ratios los cuales son producto de dividir los costos parciales entre los metrados (estos metrados están en unidades que ya vienen predefinidas por el Formato Uniformat II y son los que se han metrado en el punto anterior).
3. Estos precios unitarios o ratios obtenidos son utilizados para realizar los cálculos estadísticos necesarios tanto para

determinar los extremos de los intervalos de confianza, tanto como el margen de error asociado.

4. Obteniéndose finalmente un precio unitario o ratio por cada partida que a su vez va a tener asociado un margen de error para cada uno de ellos. Por ejemplo:

- a. Partida: Excavación de Sótano

Unidad: Volumen de excavación (m³)

Precio Unitario o Ratio: S/38.51/m³

Margen de Error: 10.72%

Para el ejemplo, considerando el análisis por intervalo de confianza al 95%, esto se traduce en que como mínimo el precio puede ir desde S/34.88 y como máximo podría llegar a S/42.14 para el 95% de los casos evaluados. En el Anexo 3: Base de Datos de Presupuestos Analizados Estadísticamente en Formato Uniformat II, se puede ver el detalle de cada cálculo de margen de error, promedios, intervalos de confianza, entre otros. El detalle de cómo se calcula el valor del margen de error se explica en el Capítulo V.

CAPÍTULO V. ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS PRELIMINARES

5.1. ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS PRELIMINARES

5.1.1. Obtención de los Parámetros del Proyecto

En el capítulo 2.6 se ha mencionado qué son los parámetros y su clasificación (cualitativos y cuantitativos).

Para efectos de esta investigación es necesario poder obtener los parámetros de cada proyecto, para clasificarlos adecuadamente y hacer uso del formato Unifomat II tanto como para la generación de la base de datos, así como para la elaboración de nuevos presupuestos preliminares.

Sin embargo, en este capítulo se hará hincapié en la extracción de los datos relacionados a los parámetros cuantitativos del nuevo proyecto, es decir, se van a extraer las cantidades o metrados de los parámetros cuantitativos del nuevo proyecto, con la finalidad de poder generar el nuevo presupuesto preliminar.

La importancia del uso del formato Unifomat II se evidenciará en este punto pues no es absolutamente necesario tener un gran nivel de detalle con respecto a todos los parámetros para poder generar el presupuesto, es decir, podría conseguirse un gran o poco nivel de detalle con respecto a los parámetros y aun así se podrá generar el presupuesto.

A continuación, se presenta el listado de los parámetros necesarios por proyecto:

- 1) Área de impresión (m²)
- 2) Volumen de muros y losas (m³)
- 3) Área techada de sub-estructura (m²)
- 4) Volumen de excavación (m³)
- 5) Área de sostenimiento de sótano (m²)
- 6) Área techada de losa horizontal (m²)
- 7) Área techada de losa inclinada (m²)
- 8) Área techada de superestructura (m²)

- 9) Área techada de estructura de cubierta (m2)
- 10) Área techada de soporte (m2)
- 11) Área de cerramiento exterior (m2)
- 12) Área de cerramiento opaco (m2)
- 13) Área techada intervenida (m2)
- 14) Unidad de ventanas exteriores (und)
- 15) Área de puertas exteriores (m2)
- 16) Área de cubiertas (m2)
- 17) Área de cubierta opaca (m2)
- 18) Área de abertura (m2)
- 19) Área techada total (m2)
- 20) Área de escaleras (m2)
- 21) Área de rampas (m2)
- 22) Número de paradas (ascensores) (und)
- 23) Número de aparatos sanitarios (und)
- 24) Número de puntos de distribución sanitaria (und)
- 25) Número de puntos de desecho sanitario (und)
- 26) Sistema de distribución (Potencia: kW)
- 27) Número de puntos del sistema de distribución de GLP y GN (und)
- 28) Número de extintores (und)
- 29) Sistema eléctrico de distribución en baja tensión (kVA)
- 30) Comunicación y seguridad (m2 ATT)
- 31) Mobiliario fijo (m2 ATI)
- 32) Mobiliario móvil (m2 ATI)
- 33) Demoliciones de componentes del edificio (glb)
- 34) Obras provisionales y preliminares (meses)

En aquellos casos en los que los parámetros descritos líneas arriba sean de difícil obtención siempre se podrá utilizar la referencia del área techada total, siendo esta opción no óptima pues estará asociada a un resultado con menor precisión en algunos casos.

5.1.2. Generación de los Costos por Partida

El objetivo de este punto es indicar la manera correcta en que se deben utilizar los parámetros obtenidos en el capítulo anterior para poder generar a partir de esta información los costos asociados a una determinada partida.

Para obtener los costos por partida deberá multiplicar el metrado o cantidad por los precios unitarios o ratios, estos deberán ser el resultado de un análisis estadístico (medidas de tendencia central) de una base de datos y para efectos de esta investigación se trabajará con los precios unitarios tanto del Nivel 1, 2 y 3 para la generación de costos por partidas.

La principal diferencia con respecto a la formulación típica de presupuestos es que para efectos de esta investigación las partidas vienen definidas de manera estandarizada por la ASTM a través de Uniformat II, la segunda diferencia es que los precios unitarios son producto de un análisis estadístico de una base de datos preexistente y debidamente evaluada. En presupuesto típico los precios unitarios devienen de un análisis de precios unitario por partida.

Para efectos de generación de costos por partida en el contexto de la presente investigación, los pasos a seguir serán los siguientes:

- 1) La cantidad o metrado será obtenida al cuantificar los parámetros indicados en el Formato Uniformat II (los parámetros listados líneas arriba).
- 2) Los precios unitarios o ratios provienen de la base de datos elaborada, la cual va a tomar los promedios de los precios unitarios con correcciones, correcciones que buscan corregir desviaciones por encima de lo permitido.
- 3) Como consecuencia del producto entre las cantidades o metrados con los precios unitarios o ratios de la base de datos, se van a obtener los parciales por cada partida.

De esta manera se va a proceder para todas las partidas que tenga el proyecto, constituyéndose partida por partida el presupuesto preliminar.

5.1.3. Elaboración de Presupuestos Preliminares

Revisados los puntos tocados en 5.1.1. y 5.1.2., es decir, habiéndose obtenido en primer término los medrados o cantidades de los parámetros del proyecto que plantea Uniformat II. Y en segundo término habiéndose usado estos parámetros para generar los costos por cada partida y si solo si se han generado los costos para todas las partidas que contenga el proyecto para el cual se quiera generar el nuevo presupuesto preliminar, podríamos concluir que hemos generado un presupuesto preliminar en el entorno que plantea esta investigación.

El presupuesto preliminar generado tendrá el esquema planteado por Uniformat II, y tendrá la particularidad y ventaja de haber sido generado a partir de una base de datos revisada y depurada estadísticamente, sabiendo a priori los márgenes de error para cada partida generada y para el presupuesto en su totalidad.

Se menciona que el presupuesto provendrá de una base de datos revisada y depurada porque cada partida que lo componga tendrá un precio unitario que será resultado de analizar todos los precios unitarios de la base de datos, es decir se sabrá la tendencia central del precio de cada partida y su respectivo margen de error determinado por el intervalo de confianza.

5.2. EVALUACIÓN DE DESVIACIONES DE COSTOS EN PRESUPUESTOS

El objetivo principal de este acápite será poder usar la base de datos como herramienta de revisión de los costos de las partidas de un presupuesto.

5.2.1. Revisión del Costo de una Partida de un Presupuesto

Partiendo de la necesidad de revisar un valor o costo de una partida de un presupuesto determinado, el proceso a llevar a cabo para la

revisión será el de comparar los valores de las cantidades o metrados de las partidas deseadas con las que se tienen en la base de datos, para esto será necesario usar las cantidades según lo describe el formato Uniformat II. Como ya se ha explicado antes (en 2.12.3.), el formato Uniformat II no usa necesariamente las unidades típicas de las partidas utilizadas para la elaboración de presupuestos de edificaciones mayoritariamente usados en Perú. Es decir, es probable que se tenga que realizar un cálculo de las cantidades que solicita el formato Uniformat II.

Lógicamente si se requiere comparar todo un presupuesto con una base de datos analizada a través del formato Uniformat II también se podrá, pero habrá que utilizar las cantidades o metrados que plantea el formato Uniformat II para todas las partidas del presupuesto en mención.

A continuación, se presenta un ejemplo de revisión de desviaciones de costos en presupuestos:

I. Se tiene el proyecto 01-MOD-SANMIGUEL-01 (detalle Ver Tabla 6, Pág. 85), se requiere verificar si los costos presupuestados para la partida de Obras Provisionales son adecuados.

Pasos a seguir para la revisión:

- a. Verificamos en la base de datos, la ubicación de la partida de Casco, se identifica que esta se ubica en la fila de ID: B00 de nombre: Casco, cuya unidad es: metros cuadrados de área techada de superestructura.
- b. Una vez identificada la partida tenemos que extraer del presupuesto a verificar el metrado que el Formato Uniformat II indica, para este caso se observa que la unidad es: mes, es decir se debe verificar la cantidad de meses que se tiene planeado para las obras provisionales. Para el proyecto 01-MOD-SANMIGUEL-01 se verifica que el número de m2 de área techada de superestructura es: 5,175m2.
- c. Paso seguido se debe multiplicar el número de meses por el promedio de la base de datos, en este caso el promedio indica

S/444,29 por m², es decir, un total de: $5,175(\text{m}^2) \times 444,29$ (soles/m²) = 2'299,183.96 (soles). Lo que representa el valor esperado.

- d. A continuación, se compara el valor obtenido en el paso anterior con el que realmente se ha considerado en el presupuesto. El presupuesto ha considerado un monto de: S/2'267,919.44 para los 5,175 m² de área techada de superestructura, por lo que se concluye que es un valor por debajo de la media obtenida según la base de datos (S/2'299,183.96), por lo que se podría calificar de un costo “barato” o “bajo”, lo cual es positivo para el proyecto. Si en su defecto, el monto del presupuesto fuera superior al obtenido usando la base de datos podríamos indicar que el presupuesto revisado presenta costos “elevados” para la partida analizada.
- e. Adicional a este análisis debemos evaluar el margen de error, cada partida analizada en la base de datos presenta un margen de error, si el monto real considerado en el presupuesto resultara fuera de los límites que indicase el margen de error, tanto inferior como superior, este podría ser un indicador de errores en la elaboración del presupuesto, siempre y cuando el proyecto analizado sea de similares características a los usados para generar la base de datos. Para el caso del ejemplo el margen del error es de 9.43%, por lo que el límite superior sería: $(109.43\%) \times (5,175) \times (444.29) = 2'516,015.38$ y el límite inferior: $(90.57\%) \times (5,175) \times (444.29) = 2'082,386.12$. Por lo que el monto considerado originalmente en el presupuesto para esta partida que fue de S/2'299,183.96 se encuentra dentro del intervalo de confianza. El detalle completo de lo mencionado previamente se puede ver en Anexo 03: Base de Datos de Presupuestos Analizados Estadísticamente en Formato Uniformat II, y el cálculo llevado a cabo en Capítulo V.

5.2.2. Revisión del Precio Unitario de una Partida de un Presupuesto

Realizada la identificación de las variables a comparar en la base de datos, se debe secuenciar los pasos a seguir de la siguiente manera:

- 1) Definición de la partida a evaluar.
- 2) Identificación de la partida en la base de datos.
- 3) Obtención de las cantidades o metrados del presupuesto a revisar, pero según lo requiere el formato Uniformat II.
- 4) Obtención del ratio o precio unitario en el formato Uniformat II del presupuesto en mención.
- 5) Comparativa del ratio obtenido del presupuesto usando el formato Uniformat II contra el que el ratio que se tiene de la base de datos.

De este último paso se tendrá:

R_{PPTO} : Ratio obtenido del presupuesto usando el formato Uniformat II.

R_{BDD} : Ratio de la base de datos para la partida en evaluación.

¿Cómo interpretar los resultados de la comparación?

$R_{PPTO} > R_{BDD}$: Los precios unitarios de la partida analizada del presupuesto son elevados comparados con la base de datos.

$R_{PPTO} < R_{BDD}$: Los precios unitarios de la partida analizada del presupuesto son menores comparados con los de la base de datos.

$R_{PPTO} = R_{BDD}$: Los precios unitarios de la partida analizada del presupuesto son igual o similar comparados con la base de datos.

5.2.3. Revisión de un Presupuesto Completo

Si la necesidad lo ameritara, se puede comparar todo un presupuesto de un edificio multifamiliar de viviendas con la base de datos. Para ello es necesario conseguir los datos (metrados o cantidades) en las unidades que establece el formato Uniformat II

para la distribución de sus partidas (tal cual se explicó en el capítulo anterior).

El resultado de esta comparación completa sería un presupuesto bajo el formato Unifomat II, el cual va a estar constituido por las cantidades o metrados propios del proyecto basadas en las partidas del formato Unifomat II, los ratios o precios unitarios de la base de datos, y finalmente los costos asociados a cada partida, los cuales sumados constituirán un presupuesto el cual se puede comparar con el original.

Finalmente se deben centrar esfuerzos en la verificación para aquellas partidas en las cuales los costos parciales difieran, tratando de verificar principalmente alguno de los siguientes factores:

- 1) Anomalías en los precios de mercado en función del tiempo.
- 2) Verificación de las cantidades o metrados.
- 3) Diferencias particulares de las características del proyecto evaluado con respecto a las características comunes usadas para generar la base de datos.

CAPÍTULO VI. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La presente investigación tiene como resultado la generación de la siguiente información:

1. Presupuestos originales convertidos al Formato Uniformat II: se han generado 11 presupuestos en Uniformat II, esto se puede revisar en el Anexo 05.
2. Base de datos de presupuestos analizados estadísticamente en Formato Uniformat II: se ha generado una base de datos, donde se puede observar el compilado de los presupuestos y sus respectivos análisis estadísticos por partida, así como también los intervalos de confianza y los márgenes de error, esto se puede revisar en el Anexo 03.

Descripción de los resultados obtenidos:

El mayor trabajo operativo se realizó al convertir los presupuestos del formato tradicional al formato Uniformat II, esto debido a que las partidas presupuestales tradicionales se tuvieron que colocar en una especie de Nivel 5 del formato Uniformat II (en 4.2.1 se detalla el uso de los niveles) y se tuvo que analizar partida a partida la correcta correspondencia entre un formato y otro. Esto se tuvo que realizar para la totalidad de las partidas de los once (11) presupuestos que se llegó a obtener como muestra (se puede revisar el detalle del total de partidas en Anexo 01: Modelo Vacío de Formato Uniformat II), el detalle del resultado de esta conversión se puede revisar en Anexo 05: Presupuestos originales convertidos al Formato Uniformat II.

Una vez convertidos los presupuestos del formato tradicional al formato Uniformat II, y compilados ya en la base de datos, estos fueron analizados estadísticamente para determinar la tendencia central (según lo descrito en 4.3.1) de cada una de las partidas del formato Uniformat II desde el Nivel 1 hasta el Nivel 3 (según lo mencionado en 4.2.2. y 5.1.2), se analizaron datos estadísticos por partida tales como: cantidad de datos, promedio, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, intervalo de confianza al 95%, y margen de error.

Con la base de datos analizada estadísticamente se puede concluir que se tienen precios unitarios con grados de confianzas y márgenes de error determinados (este punto se puede ver a detalle en 4.3. y en Anexo 03).

Análisis de los resultados obtenidos por cada objetivo:

Objetivo general:

Elaborar una metodología que usa una base de datos para generar presupuestos preliminares con intervalos de confianza de 95% para edificios multifamiliares en Lima.

Análisis del objetivo general:

De acuerdo con el flujograma de la Figura 9, se ha desarrollado una metodología que se apoya en la generación de una base de datos para generar presupuestos preliminares, previo análisis estadístico con intervalos de confianza de 95% (lo cual fue definido en 2.15) de sus precios unitarios, para que de esta manera se pueda generar presupuestos preliminares para edificios multifamiliares en Lima.

El resultado de la generación de presupuestos a partir de esta metodología, tiene la ventaja de indicar el margen de error asociado a cada precio determinado. Este punto es importante porque no es algo típico en la formulación de presupuestos, y como se ha podido revisar, este cálculo del margen de error tiene una base teórica que puede ser revisada y replicada.

El margen de error da una idea de que tan certero resulta el valor al cual está asociado. Cuanto menor es el margen de error, mayor será la certeza sobre el valor a cuál está asociado y viceversa.

El margen de error depende directamente de la tendencia central de la muestra, es decir, mientras más homogénea sean los valores de la muestra el margen de error tenderá a ser menor y viceversa.

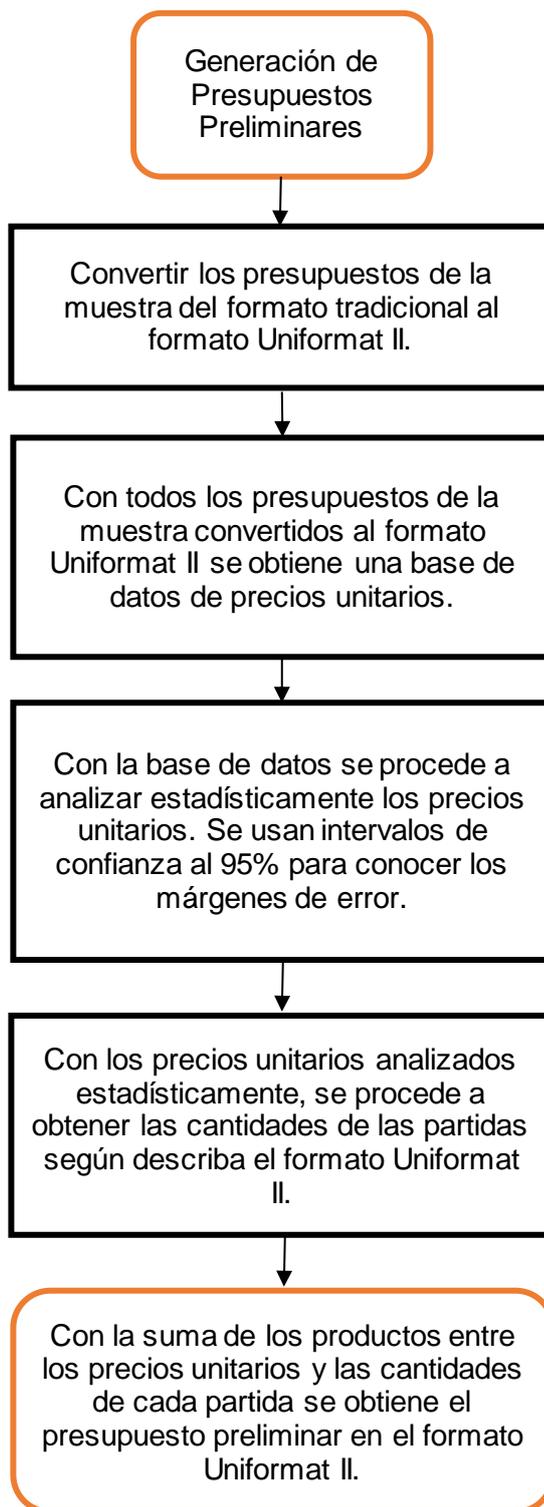


Figura 9. Flujograma de metodología que usa una base de datos para generar presupuestos preliminares con intervalos de confianza de 95% para edificios multifamiliares en Lima.

Fuente: elaboración propia.

Ejemplo de Caso Aplicativo:

A manera de ejemplo se toma el proyecto 01-MOD-SANMIGUEL-01, y se generan todos los precios de las partidas comprendidas en C00-Interiores.

Para esto es necesario multiplicar las “cantidades” de las partidas indicadas en el formato Unifomat II por los precios unitarios promedio de la base de datos, el resultado se puede ver en la columna: Valor esperado, de la Tabla 24.

Estos valores esperados estarán asociados a su vez a un margen de error por partida evaluada.

Tabla 24. Costos generados para el proyecto 01-MOD-SANMIGUEL-01.

ID	SISTEMA	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	PRECIO UNITARIO PROMEDIO (S/)	MARGEN DE ERROR (%)	VALOR ESPERADO (S/)
C00	Interiores	Área techada total	m2	7,582.00	350.41	9.00%	2,656,798.77
Construcciones Interiores		Área techada total	m2	7,582.00	141.99	16.10%	1,076,560.96
C1010	Tabiquerías	Área techada total	m2	7,582.00	79.71	10.20%	604,332.70
C1020	Puertas Interiores	Área techada total	m2	7,582.00	32.95	21.83%	249,803.02
C1030	Escaleras Prefabricadas	Número de escaleras	und	5.00	795.45	30.25%	3,977.24
C1040	Accesorios	Área techada total	m2	7,582.00	31.81	64.24%	241,202.62
Terminaciones Interiores		Área Techada Total	m2	7,582.00	208.42	11.54%	1,580,237.81
C2010	Terminaciones de muros	Área techada total	m2	7,582.00	79.05	17.84%	599,380.60
C2020	Terminaciones de pisos	Área techada total	m2	7,582.00	87.38	19.31%	662,544.98
C2030	Terminaciones de techos	Área techada total	m2	7,582.00	35.18	20.90%	266,743.98
C2040	Terminaciones de Escaleras	Área de Escaleras	m2	146.41	205.83	20.21%	30,135.58
C2050	Terminaciones de rampas	Área de Rampas	m2		-	0.00%	-

Fuente: elaboración propia.

Objetivo específico 1:

Aplicar el Formato Uniformat II como apoyo para crear una base de datos para generar presupuestos preliminares para edificios multifamiliares en Lima.

Análisis del objetivo específico 1:

El formato Uniformat II sirvió de apoyo porque se usó esta estructura para trabajar en la generación de la base de datos y se escogió por ser un formato estandarizado por una entidad reconocida como la ASTM, para efectos de contrastar lo mencionado se pueden revisar los Anexo 01: Modelo vacío de formato Uniformat II y Anexo 03: Base de datos de presupuestos analizados estadísticamente en formato Uniformat II.

La metodología planteada en esta investigación también puede ser desarrollada sin el uso del formato, este contribuye en la investigación brindando orden principalmente en los siguientes aspectos:

1. Lista de partidas estandarizada.
2. Descripción de la partida.
3. Unidad de medida de la partida.

Los puntos previos también pueden ser adaptados, o generados desde cero según la necesidad, y aun así se podrían analizar la base de datos generada de manera estadística para encontrar márgenes de error e intervalos de confianza asociados esta vez con las partidas que hayan sido planteadas según la necesidad.

Objetivo específico 2:

Utilizar análisis estadístico para evaluar posibles desviaciones a nivel de partidas presupuestales de una base de datos creada a partir de presupuestos de edificios multifamiliares.

Análisis del objetivo específico 2:

Tal cual se describió en el flujograma de la Figura 9 se hace un análisis estadístico a la base de datos generada a partir de los presupuestos de la muestra.

El objetivo de este análisis estadístico es poder determinar la variabilidad de la medida de tendencia central de la partida analizada. Es importante tener en consideración que como concepto un presupuesto preliminar tiene un porcentaje de aproximación de $\pm 15\%$ (según 2.11.2.3) para el total del presupuesto, el resultado de esta investigación arroja como porcentaje de aproximación o margen de error un porcentaje de $\pm 5.35\%$ (se puede ver en Anexo 3: Base de Datos de Presupuestos Analizados Estadísticamente en Formato Unifomat II, Margen de error (%) para Sub-total - Costo Directo) para el total de la muestra.

Ejemplo de Caso Aplicativo:

Con la finalidad de lograr una mejor comprensión de lo antes explicado, se propone el ejemplo paso a paso respecto al tratamiento estadístico para una partida (en este caso partida de Casco) de la muestra evaluada en la investigación, el detalle de los datos generales se puede revisar en 4.1 Presentación de la Muestra:

- 1. Recopilación de datos:** se analizan los valores de la partida B00 Casco para lo cual se toman los precios unitarios por proyecto, la unidad de B00 Casco para este análisis es metros cuadrados (m²) como se ve en Tabla 25.

Tabla 25. Precios Unitarios de Partida Casco para toda la muestra.

Código Unifomat II:	<u>B00</u>
Sistema:	<u>Casco</u>
Descripción:	<u>Área techada de Superestructura</u>
Unidad:	<u>m²</u>
Proyecto	<u>Precio Unitario</u>
02-MOD-LINCE-01	S/. 416.41

Código Unifomat II:	B00
Sistema:	Casco
Descripción:	Área techada de Superestructura
Unidad:	m²
Proyecto	Precio Unitario
01-MOD-SANMIGUEL-01	S/. 438.25
08-TOP-SANISIDRO-01	S/. 395.09
09-TOP-SANISIDRO-02	S/. 518.13
07-TOP-MIRAFLORES-03	S/. 508.60
05-TOP-MIRAFLORES-01	S/. 371.89
06-TOP-MIRAFLORES-02	S/. 428.07
04-TOP-SURCO-01	S/. 535.74
10-TOP-BARRANCO-01	S/. 338.92
11-TOP-BARRANCO-02	S/. 467.46
03-MOD-LINCE-02	S/. 468.59

Fuente: Elaboración propia.

- Elección del nivel de confianza:** para la presente investigación se ha optado por considerar el nivel de confianza del 95%, también se podría haber optado por considerar intervalos de confianza del 90% o 99% (criterios para la elección del nivel de confianza en 2.15).
- Calcular valores estadísticos de la muestra:** este paso se obtiene directamente de los valores revisados en 1. Recopilación de datos. Los conceptos relacionados con estos valores se pueden revisar en 2.15. Los valores estadísticos que se pueden obtener directamente de la muestra son los que se ven en Tabla 26, y en este punto no se puede determinar si son altos o bajos, dado que, para poder hacer esta evaluación es necesario obtener el porcentaje del margen de error, cuyo valor calculado justo a partir de estos valores.

Tabla 26. Valores estadísticos de la partida del ejemplo (Casco).

Código Uniformat II	B00
Sistema	Casco
Descripción	Área techada de Superestructura
Und	m2
Datos Estadísticos	Valores
CANTIDAD DE DATOS	11.00
PROMEDIO	444.29
VARIANZA	3,892.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	62.39

Fuente: Elaboración propia.

4. **Seleccionar una distribución de probabilidad:** para casos donde la muestra es mayor a 30 ($n > 30$) se puede usar la distribución normal, para el caso de esta investigación se tiene una muestra igual a $n=11$, por lo que lo más apropiado fue usar la distribución t-student (el detalle de esta elección se puede revisar en 2.15. Análisis Estadístico de una Base de Datos).
5. **Calcular el error estándar o desviación estándar muestral estimada:** este valor es una medida de la variabilidad de las estimaciones muestrales, se determina por la división entre la desviación estándar de la muestra y la raíz cuadrada del tamaño de la muestra. La unidad de medida es la misma que la del promedio, en este caso soles (S/).
Siendo:
$$\frac{S}{\sqrt{TAMAÑO MUESTRA}} = \frac{62.39}{\sqrt{11}} = 18.81$$
6. **Determinar los valores críticos:** cuando se usa la función t-student se requiere calcular el "t" asociado, el cálculo del "t" asociado depende de las siguientes variables:
 - a) Grados de libertad: se determina por $G.L. = (n-1) = 11-1 = 10$
 - b) Determinación del nivel de confianza, en este caso se ha determinado el nivel de confianza de 95%.
 - c) Determinación del " α ", en este caso " α " es lo que le falta al porcentaje del intervalo de confianza para alcanzar el 100%, por ende, el $\alpha=5\%=0.05$, donde $\alpha/2=2.5\%=0.025$

- d) Con los datos previos y haciendo uso de la tabla de puntos de corte de la distribución t de Student, ver Figura 10 (el detalle del proceso se explicó en 2.15).

Se tiene: G.L. = $n-1 = 11-1 = 10$

N.C. = 95%

$\alpha/2 = 0.025$

Con los valores previos, y la tabla de la Figura 10, se obtiene el valor crítico:

$$t_{(\alpha/2)} = 2.228$$

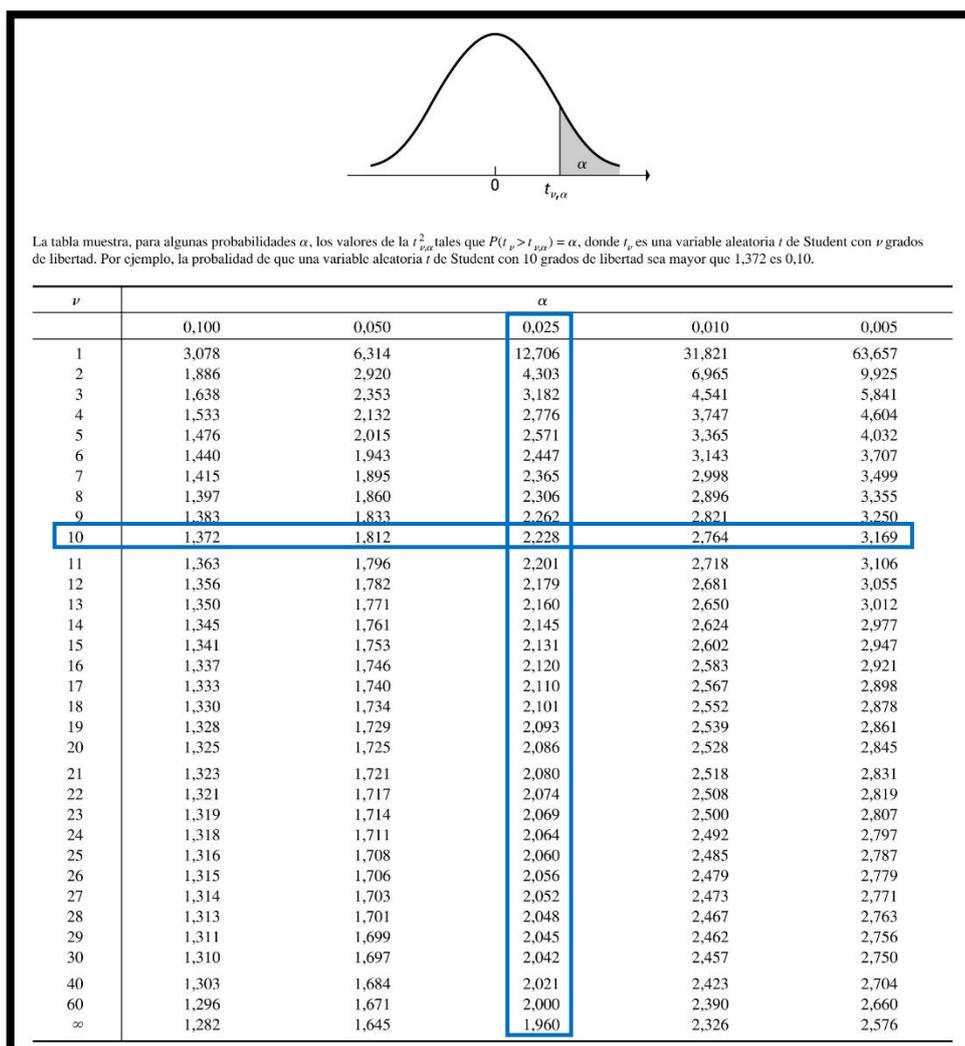


Figura 10. Puntos de corte de la distribución t Student.

Fuente: (Newbold, P. et al., Estadística Para Administración y Economía, 2008)

7. Calcular el intervalo de confianza: en este punto el intervalo de confianza o sus límites se determinan de la siguiente forma:

Calcular el intervalo de confianza: en este punto el intervalo de confianza o sus límites se determinan de la siguiente forma:

Intervalo de Confianza = Media Muestral \pm (Valor Crítico * Error Estándar)

Para el caso que se viene revisando como ejemplo quedaría:

a) Límite Inferior = $444.29 - (2.2281 * 18.81) = 402.38$

b) Límite Superior = $444.29 + (2.2281 * 18.81) = 486.20$

8. Interpretación del intervalo de confianza: Para el caso del ejemplo (Partida: Casco) se tiene un 95% de confianza en que la verdadera media poblacional se encuentra dentro de ese intervalo (de 402.38 a 486.20).

9. Determinación del margen de error: el margen de error cuantifica la incertidumbre asociada con la estimación de un parámetro a partir de una muestra. Un margen de error más pequeño implica una estimación más precisa y viceversa. Para efectos de cálculo:

$$\text{Margen de error (\%)} = \frac{(\text{Valor Crítico} * \text{Error Estándar})}{\text{Media Muestral}} = \frac{41.91}{444.29} = 9.43\%$$

10. De esta manera se tratan cada una de las partidas muestrales a evaluar en esta investigación. La Tabla 27 muestra una vista de las partidas trabajadas resumidas a Nivel 1, utilizando los pasos descritos previamente. En 2.13. Base de datos, se mencionan las diferentes columnas que abarca el formato Uniformat II, tales como: ID, sistema, descripción, unidad, entre otros.

En Anexo 1: Modelo vacío de formato Uniformat II, se puede ver el detalle de todas las partidas estandarizadas que plantea el formato.

En referencia a los costos directos de la tabla, se puede mencionar:

- a) Costo directo A: considera la suma de los costos directos de las partidas.
- b) Costo directo B: considera la suma del Costo directo A más las contingencias (para la investigación no se han analizado contingencias, pero forman parte del formato Uniformat II por estándar).
- c) Costo directo C: considera la suma del Costo directo B más los gastos generales y utilidad.

- d) Sub-total costo directo: considera la suma del Costo directo C más las reservas del Costo directo en general.

Tabla 27. Caso aplicativo, P.U. Promedio y Márgenes de Error a Nivel 1.

ID	SISTEMA	DESCRIPCIÓN	UND	N° DATOS	PROMEDIO	MARGEN DE ERROR (%)
<u>A00</u>	<u>Sub Estructura</u>	<u>Área techada de Subestructura</u>	<u>m2</u>	<u>11.00</u>	<u>702.11</u>	<u>13.35%</u>
<u>B00</u>	<u>Casco</u>	<u>Área techada de Superestructura</u>	<u>m2</u>	<u>11.00</u>	<u>444.29</u>	<u>9.43%</u>
<u>C00</u>	<u>Interiores</u>	<u>Área techada total</u>	<u>m2</u>	<u>11.00</u>	<u>350.41</u>	<u>9.00%</u>
<u>D00</u>	<u>Servicios</u>	<u>Área techada total</u>	<u>m2</u>	<u>11.00</u>	<u>287.05</u>	<u>8.72%</u>
<u>E00</u>	<u>Equipamiento y Mobiliario</u>	<u>Área techada total</u>	<u>m2</u>	<u>11.00</u>	<u>59.37</u>	<u>21.12%</u>
<u>F00</u>	<u>Construcciones Especiales y Demoliciones</u>	<u>Área techada total</u>	<u>m2</u>	<u>:</u>	<u>:</u>	<u>0.00%</u>
<u>G00</u>	<u>Trabajos de Sitio</u>	<u>Área intervenida</u>	<u>m2</u>	<u>:</u>	<u>:</u>	<u>0.00%</u>
<u>H00</u>	<u>Obras Provisionales & Preliminares</u>	<u>Plazo de Obra</u>	<u>Mes</u>	<u>11.00</u>	<u>73,343.63</u>	<u>31.59%</u>
A	COSTO DIRECTO A	ATT	S/.	11.00	1,332.38	4.68%
	Contingencias	%	%	-	-	0.00%
B	COSTO DIRECTO B	(A + Inc. Contingencia)	S/.	11.00	1,330.58	4.80%
	Gastos Generales y Utilidad	Área techada total	m2	11.00	268.13	11.64%
C	COSTO DIRECTO C	(B + GG + Utilidades)	S/.	11.00	1,598.72	5.37%
	Reservas de Costo Directo	%	%	1.00	13,919,803.42	0.00%
	Sub-total - Costo Directo	(Costo Directo C + Reserva)	S/.	11.00	1,599.92	5.35%

Fuente: Elaboración propia.

Si se requiere el detalle de los precios unitarios promedio y los márgenes de error correspondientes hasta el Nivel 3 del formato Uniformat II estos se pueden ver en la Tabla 28, (en referencia a la descripción de los niveles que plantea Uniformat II estos se pueden revisar en 2.12. UNIFORMAT).

Si se requieren ver estas tablas a mayor profundidad, donde se aprecien los aportes de cada muestra a la base de datos, esto se podrá revisar en Anexo 03: Base de datos de presupuestos analizados estadísticamente en formato Uniformat II.

Es importante recordar que, para llegar a hacer este análisis, se ha debido incorporar cada partida del presupuesto típico en una especie de Nivel 5 del

formato Uniformat II. Este detalle se puede revisar en Anexo 5: Presupuestos originales convertidos al Formato Uniformat II.

Tabla 28. P.U. promedio y márgenes de error de la muestra hasta el nivel 3.

ID	SISTEMA	DESCRIPCIÓN	UN D	N° DATOS	PROMEDIO	MARGEN DE ERROR (%)
A00	Sub Estructura	Área techada de Subestructura	m2	11.00	702.11	13.35%
Cimentación		Área de impresión	m2	11.00	577.24	29.28%
A1010	Cimentación Normal	Área de impresión	m2	11.00	347.11	33.58%
A1020	Cimentaciones Especiales	Área de impresión	m2	-	-	0.00%
A1030	Losas sobre Terreno	Área de impresión	m2	11.00	54.85	21.80%
A1040	Reservorios enterrados	Volumen de muros y losas	m3	10.00	883.48	33.41%
Construcción de Sótano		Área techada de Subestructura	m2	11.00	532.71	22.86%
A2010	Excavación de Sótano	Volumen de excavación	m3	11.00	38.51	10.72%
A2020	Muros perimetrales de Sostenimiento	Área de Sostenimiento de Sótano	m2	11.00	483.16	13.36%
A2030	Elementos Verticales	Área techada de Subestructura	m2	11.00	78.96	26.06%
A2040	Elementos Horizontales	Área Techada de Losa Horizontal	m2	11.00	263.56	33.49%
A2050	Elementos Inclinados	Área de Techada de losa Inclinada	m2	11.00	119.40	10.03%
A2060	Reservorios no Enterrados	Volumen de muros y losas	m3	-	-	0.00%
B00	Casco	Área techada de Superestructura	m2	11.00	444.29	9.43%
Superestructura		Área techada de Superestructura	m2	11.00	315.66	6.43%
B1010	Elementos Verticales	Área techada de Superestructura	m2	11.00	122.98	28.14%
B1020	Elementos Horizontales	Área techada de Losa Horizontal	m2	11.00	199.20	16.92%
B1030	Elementos Inclinados	Área techada de Losa Inclinada	m2	11.00	127.59	18.50%
B1040	Sistema Estructural de Cubiertas	Área techada de estruc. de Cubierta	m2	-	-	0.00%
B1050	Estructuras Adosadas Prefabricadas	Área techada de soporte	m2	-	-	0.00%
B1060	Reservorios no Enterrados	Volumen de muros y losas	m3	-	-	0.00%
Cerramientos Exteriores		Área de Cerramiento Ext	m2	11.00	430.28	73.62%
B2010	Cerramientos Opacos	Área de Cerramiento Opaco	m2	10.00	131.38	54.66%
B2020	Terminaciones de muros exteriores	Área techada intervenida	m2	11.00	25.41	37.48%
B2030	Ventanas Exteriores	Unidad de Ventanas exteriores	und	11.00	895.67	28.34%
B2040	Puertas exteriores	Área de Puertas Exteriores	m2	10.00	512.85	55.13%
Cubiertas		Área de cubierta	m2	11.00	69.59	32.50%
B3010	Coberturas Opaca de techos	Área de cubierta Opaca	m2	11.00	69.59	32.50%
B3020	Aberturas de Techos	Área de Abertura	m2	-	-	0.00%

ID	SISTEMA	DESCRIPCIÓN	UN D	N° DATOS	PROMEDIO	MARGEN DE ERROR (%)
C00	Interiores	Área techada total	m2	11.00	350.41	9.00%
Construcciones Interiores		Área techada total	m2	11.00	141.99	16.10%
C1010	Tabiquerías	Área techada total	m2	11.00	79.71	10.20%
C1020	Puertas Interiores	Área techada total	m2	11.00	32.95	21.83%
C1030	Escaleras Prefabricadas	Número de escaleras	und	11.00	795.45	30.25%
C1040	Accesorios	Área techada total	m2	10.00	31.81	64.24%
Terminaciones Interiores		Área Techada Total	m2	11.00	208.42	11.54%
C2010	Terminaciones de muros	Área techada total	m2	11.00	79.05	17.84%
C2020	Terminaciones de pisos	Área techada total	m2	11.00	87.38	19.31%
C2030	Terminaciones de techos	Área techada total	m2	11.00	35.18	20.90%
C2040	Terminaciones de Escaleras	Área de Escaleras	m2	11.00	205.83	20.21%
C2050	Terminaciones de rampas	Área de Rampas	m2	-	-	0.00%
D00	Servicios	Área techada total	m2	11.00	287.05	8.72%
Transporte Mecánico		Área techada total	m2	11.00	28.53	36.88%
D1010	Elevadores y ascensores	Número de Equipos	und	9.00	163,650.05	19.41%
D1020	Escaleras y rampas mecánicas	Número de equipos	und	-	-	0.00%
D1030	Sistemas de Transporte de Material	Número de sistemas	und	-	-	0.00%
D1090	Otros Sistemas de Transporte	Número de sistemas	und	8.00	13,576.36	10.41%
Instalaciones Sanitarias		Área techada total	m2	11.00	90.00	6.92%
D2010	Aparatos sanitarios	Número de aparatos	und	11.00	256.73	19.30%
D2020	Distribución sanitaria	Número de puntos	pto	11.00	187.48	14.35%
D2030	Desecho Sanitario	Número de puntos	pto	11.00	196.10	22.17%
D2040	Drenaje de agua de lluvias	Área de Techo	m2	-	-	0.00%
D2050	Otros sistemas	Área techada total	m2	2.00	0.70	89.44%
Calefacción, Ventilación y AA (HVAC)		Área Techada con AA	m2	11.00	20.63	11.60%
D3010	Sistemas de Provisión de Energías Alternativas	Potencia	KW	-	-	0.00%
D3020	Sistema de generación de calor	Potencia	KW	-	-	0.00%
D3030	Sistema de generación de frío	Ton	To n	-	-	0.00%
D3040	Sistema de distribución	Área techada total	m2	11.00	20.63	11.60%
D3050	Terminales y unidades compactas	Potencia	To n	-	-	0.00%
D3060	Control e instrumentación	Potencia	To n	-	-	0.00%
D3070	Sistema de pruebas y mantenimientos	Potencia	KW	-	-	0.00%
D3090	Otros sistemas HVAC y equipos	Número de equipos especiales	und	-	-	0.00%

ID	SISTEMA	DESCRIPCIÓN	UN D	Nº DATOS	PROMEDIO	MARGEN DE ERROR (%)
Sistema de Suministro y distribución de Gas		Área techada total	m2	8.00	12.91	28.86%
D4010	Sistema de Distribución de GLP y GN	Número de puntos	und	8.00	2,337.01	29.38%
Protección Contraincendio		Área techada total protegida	m2	11.00	92.18	40.07%
D5010	Sprinklers	Número de cabeza de sprinklers	und	11.00	1,506.89	25.46%
D5020	Sistema de Extinguidores	Número de extinguidores	und	7.00	92.07	9.14%
D5090	Otros Sistemas de Protección Contraincendio	Área techada total	m2	-	-	0.00%
Instalaciones Eléctricas en B.T.		Área techada total	m2	11.00	104.45	11.65%
D6010	Sistema Eléctrico de Distribución	Área techada total	m2	11.00	45.12	22.83%
D6020	Iluminación y Cableado de tomacorrientes y fuerza	Área techada total	m2	11.00	39.98	34.17%
D6030	Comunicación y Seguridad	Área techada total	m2	11.00	14.14	18.18%
D6090	Otros Servicios Eléctricos	Área techada total	m2	11.00	5.20	40.66%
E00	Equipamiento y Mobiliario	Área techada total	m2	11.00	59.37	21.12%
Equipamiento		Área techada intervenida	m2	-	-	0.00%
E1010	Equipamiento Comercial	Área techada intervenida	m2	-	-	0.00%
E1020	Equipamiento Institucional	Área techada intervenida	m2	-	-	0.00%
E1030	Equipamiento Vehicular	Área techada Vehicular	m2	-	-	0.00%
E1090	Otros Equipos	Área techada intervenida	m2	-	-	0.00%
Mobiliario		Área techada intervenida	m2	11.00	59.37	21.12%
E2010	Mobiliario Fijo	Área techada intervenida	m2	11.00	59.37	21.12%
E2020	Mobiliario móvil	Área techada intervenida	m2	-	-	0.00%
F00	Construcciones Especiales y Demoliciones	Área techada total	m2	=	=	0.00%
Construcciones Especiales		Área techada total	m2	-	-	0.00%
F1010	Estructuras Especiales	Área techada intervenida	m2	-	-	0.00%
F1020	Construcciones Integradas	Área techada intervenida	m2	-	-	0.00%
F1030	Sistemas de Construcción Especiales	Área techada intervenida	m2	-	-	0.00%
F1040	Instalaciones Especiales	Área techada intervenida	m2	-	-	0.00%
F1050	Instrumentación y Controles Especiales	Área intervenida	m2	-	-	0.00%
Demolición Localizada del Edificio		Área de terreno	m2	-	-	0.00%
F2010	Demoliciones de Componentes del Edificio	Área de terreno	m2	-	-	0.00%
F2020	Demolición de Componentes Riesgosos	Área techada intervenida	m2	-	-	0.00%
G00	Trabajos de Sitio	Área intervenida	m2	=	=	0.00%
Preparación de Sitio		Área de Limpieza	m2	-	-	0.00%

ID	SISTEMA	DESCRIPCIÓN	UN D	Nº DATOS	PROMEDIO	MARGEN DE ERROR (%)
G1010	Limpieza de sitio	Área de Limpieza	m2	-	-	0.00%
G1020	Reubicaciones y demoliciones de sitio	Área demolida	m2	-	-	0.00%
G1030	Corte, relleno y eliminación masiva de sitio	Volumen de material Excavado	m3	-	-	0.00%
G1040	Eliminación de desperdicios riesgosos	Volumen de material	m3	-	-	0.00%
Mejoras de Sitio		Área de pavimento	m2	1.00	711.20	0.00%
G2010	Pavimento en zonas vehiculares	Área de pavimento	m2	-	-	0.00%
G2020	Estacionamientos	Número de estacionamientos	Nº	-	-	0.00%
G2030	Veredas (VE)	Área del pavimento	m2	-	-	0.00%
G2040	Obras Ornamentales	Global	GlB	-	-	0.00%
G2050	Paisajismo	Área paisajista	m2	1.00	70.00	0.00%
Servicios Mecánicos y Civiles de Sitio		Área techada total	m2	-	-	0.00%
G3010	Suministro de agua	Área Techada Total	m2	-	-	0.00%
G3020	Reservorios	Volúmenes de muros y losas	m3	-	-	0.00%
G3030	Alcantarillado sanitario	Área Techada Total	m2	-	-	0.00%
G3040	Sistema de agua pluvial	Longitud del sistema	ml	-	-	0.00%
G3050	Distribución de Calor	Longitud del sistema	ml	-	-	0.00%
G3060	Distribución de frío	Longitud del sistema	ml	-	-	0.00%
G3070	Distribución de combustibles	Longitud del sistema	ml	-	-	0.00%
G3090	Otros servicios mecánicos de sitio	Longitud del sistema	ml	-	-	0.00%
Servicios Eléctricos de Sitio		KVA	KV A	-	-	0.00%
G4010	Sistema de utilización	Longitud del conductor	ml	-	-	0.00%
G4020	Iluminación de Sitio (exterior)	Longitud de distribución	ml	-	-	0.00%
G4030	Comunicación y seguridad de sitio	Longitud de distribución	ml	-	-	0.00%
G4090	Otros servicios eléctricos de sitio	Global	GlB	-	-	0.00%
Otras construcciones de Sitio		Global	GlB	-	-	0.00%
G9010	Túneles Pedestres y de Servicio	Longitud del túnel	ml	-	-	0.00%
G9090	Otras Construcciones de Sitio	Global	GlB	-	-	0.00%
H00	Obras Provisionales & Preliminares	Plazo de Obra	Me s	11.00	73,343.63	31.59%
Obras Provisionales & Preliminares		Mes	%	11.00	73,343.63	31.59%
H1010	Obras provisionales & preliminares	Mes	Me s	11.00	73,343.63	31.59%
A	COSTO DIRECTO A	ATT	S/.	11.00	1,332.38	4.68%
Contingencias		%	%	-	-	0.00%
Z1010 1	Contingencias	%	%	-	-	0.00%
B	COSTO DIRECTO B	(A + Inc. Contingencia)	S/.	11.00	1,330.58	4.80%
Gastos Generales y Utilidad		Área techada total	m2	11.00	268.13	11.64%

ID	SISTEMA	DESCRIPCIÓN	UN D	N° DATOS	PROMEDIO	MARGEN DE ERROR (%)
Y1010 01	Gastos generales	Área Techada Total	m2	11.00	148.35	13.16%
Y1010 02	Utilidad	Área Techada Total	m2	11.00	119.79	18.19%
C	COSTO DIRECTO C	(B + GG + Utilidades)	S/.	11.00	1,598.72	5.37%
Reservas de Costo Directo		%	%	1.00	13,919,803.42	0.00%
X1010	Reservas de Costo Directo	%	%	-	-	0.00%
Subtotal - Costo Directo		(Costo Directo C + Reserva)	S/	11.00	1,599.92	5.35%

Fuente: Elaboración propia.

En 2.11.2. Presupuesto de Costo, se definen los márgenes de error por cada tipo de presupuesto, en ese sentido y a manera de resumen para el análisis de los resultados de los márgenes de error obtenidos, se tiene:

1. Presupuesto de Orden de Magnitud: hasta +-35% margen de error.
2. Presupuesto Paramétrico: hasta +-20% margen de error.
3. Presupuesto Preliminar: +-15%.
4. Presupuesto Detallado: +-10%.
5. Estimado Definitivo: +-5%.

Ejemplo de Caso Aplicativo:

ID	SISTEMA	DESCRIPCIÓN	UN D	N° DATOS	PROMEDIO	MARGEN DE ERROR (%)
<u>A00</u>	<u>Sub Estructura</u>	<u>Área techada de Subestructura</u>	<u>m2</u>	<u>11.00</u>	<u>702.11</u>	<u>13.35%</u>

Se puede indicar que de la base datos analizada estadísticamente: el precio unitario promedio para la partida de Sub Estructura es de 702.11 soles por metro cuadrado, con un margen de error de 13.35%, este margen de error encaja en los parámetros de un presupuesto preliminar.

Objetivo específico 3:

Evaluar posibles desviaciones de costos en presupuestos a nivel de línea base de costos en edificios multifamiliares en Lima utilizando una base de datos generada a partir del Formato Unifomat II.

Análisis del objetivo específico 3:

Como se ha mencionado en los análisis de los objetivos previos, se ha logrado generar una base de datos utilizando el formato Unifomat II.

Cuando se hace mención a los presupuestos a nivel de línea base de costos se refiere a los presupuestos definitivos o contractuales, es decir, a aquellos que son usados cuando se inicia la obra.

Para efectos de llevar a cabo la evaluación de las posibles desviaciones de costos de un presupuesto determinado con respecto a la base de datos previamente analizada estadísticamente, los pasos a seguir serán los que se muestran en la Figura 11.

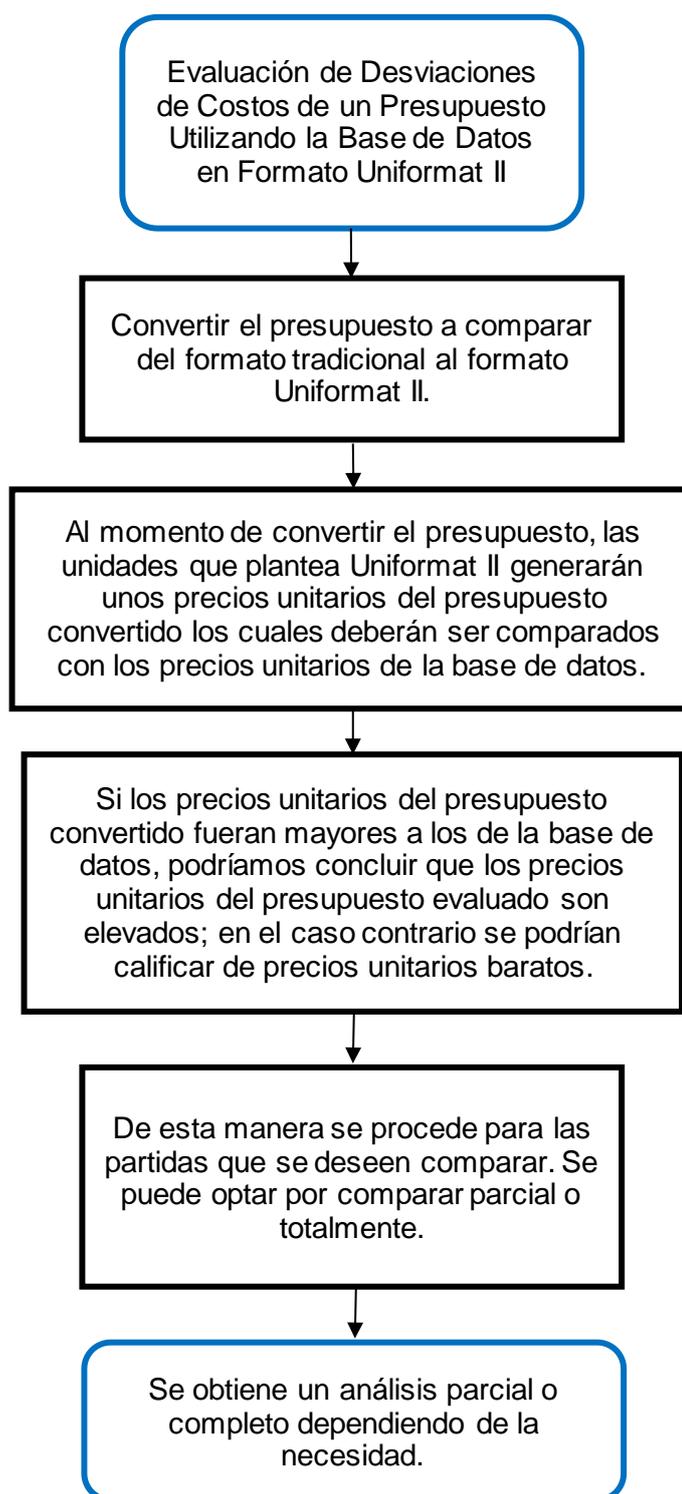


Figura 11. Flujograma de Evaluación de Desviaciones de Costos de un Presupuesto Utilizando la Base de Datos en Formato Uniformat II.

Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo de Caso Aplicativo:

A manera de ejemplo se toma el proyecto 01-MOD-SANMIGUEL-01, y se comparan todas las partidas comprendidas en A00 - Sub Estructura.

Se comparan los precios unitarios del proyecto (Columna P.U.) contra el precio unitario promedio de la muestra (Columna Prom.), el resultado se puede ver en la columna: Análisis, de la Tabla 29.

Adicionalmente, se puede evaluar si es que el precio unitario del proyecto se encuentra dentro de los límites del intervalo de confianza.

De esta manera se puede comparar una partida puntual, o todo un presupuesto.

Tabla 29 Comparación de P.U. del proyecto 01-MOD-SANMIGUEL-01.

ID	SISTEMA	DESCRIPCIÓN	UND	P.U.	PROM.	INT. INFERIOR	INT. SUPERIOR	ANÁLISIS
A00	Sub Estructura	Área techada de Subestructura	m2	514.15	702.11	608.34	795.87	Precio bajo, fuera del intervalo de confianza
Cimentación		Área de impresión	m2	695.64	577.24	408.24	746.24	Precio Alto, dentro de intervalo de confianza
A1010	Cimentación Normal	Área de impresión	m2	388.82	347.11	230.57	463.66	Precio Alto, dentro de intervalo de confianza
A1020	Cimentaciones Especiales	Área de impresión	m2		-	-	-	
A1030	Losas sobre Terreno	Área de impresión	m2	56.58	54.85	42.89	66.81	Precio alto, dentro de intervalo de confianza
A1040	Reservorios enterrados	Volumen de muros y losas	m3	774.65	883.48	588.31	1,178.65	Precio bajo, dentro de intervalo de confianza
Construcción de Sótano		Área techada de Subestructura	m2	416.20	532.71	410.91	654.51	Precio bajo, dentro de intervalo de confianza
A2010	Excavación de Sótano	Volumen de excavación	m3	30.96	38.51	34.38	42.64	Precio bajo, fuera del intervalo de confianza
A2020	Muros perimetrales de Sostenimiento	Área de Sostenimiento de Sótano	m2	520.21	483.16	418.63	547.70	Precio alto, dentro del intervalo de confianza

ID	SISTEMA	DESCRIPCIÓN	UND	P.U.	PROM.	INT. INFERIOR	INT. SUPERIOR	ANÁLISIS
A2030	Elementos Verticales	Área techada de Subestructura	m2	98.57	78.96	58.39	99.54	Precio alto, dentro del intervalo de confianza
A2040	Elementos Horizontales	Área Techada de Losa Horizontal	m2	185.86	263.56	175.29	351.83	Precio bajo, dentro de intervalo de confianza
A2050	Elementos Inclinados	Área de Techada de losa Inclinada	m2	127.56	119.40	107.43	131.37	Precio alto, dentro del intervalo de confianza
A2060	Reservorios no Enterrados	Volumen de muros y losas	m3		-	-	-	

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de la presente investigación se ha podido evidenciar los cumplimientos de los objetivos generales y específicos, así como la demostración de las hipótesis generales y específicas. Esto se puede revisar en el capítulo V, donde se desarrolló un análisis para cada caso.

Se logró generar una base de datos, cuyas partidas son analizadas con intervalos de confianza de 95% para poder determinar su margen de error asociado, esta base de datos sirve para generar presupuestos preliminares para edificios multifamiliares en Lima, para el caso particular de la presente investigación se obtuvo un margen de error general de 5.35% para la muestra estudiada.

Producto de la investigación, se concluye que el precio unitario promedio por metro cuadrado de área techada es S/1,599.61 sin considerar IGV con un margen de error de 5.35% para una muestra de once presupuestos analizados estadísticamente con intervalo de confianza de 95%. En 4.1.1 se indicó que la muestra corresponde con edificios construidos por una empresa constructora peruana. Además, están ubicados en distritos como: San Miguel, Lince, Surco, Miraflores, San Isidro, Barranco, en los años 2014 hasta 2017.

Los conceptos de intervalo de confianza y margen de error están directamente ligados, gracias al análisis del intervalo de confianza de una determinada muestra se puede conocer el porcentaje del margen de error de dicha muestra. Cuanto más pequeño sea el margen de error, mayor será la precisión de la estimación y mayor será la confianza en que el valor real del parámetro se encuentra cerca de la estimación.

Durante el proceso de convertir los presupuestos de la muestra del formato típico al formato Unifomat II, se detectaron algunos precios unitarios originales inconsistentes, es decir, con valores que superaban varias veces el precio promedio. Esto seguramente se debe a: posibles errores en el presupuesto, o a posibles consideraciones muy particulares de cada proyecto.

En referencia a los antecedentes investigativos previos al presente proyecto de tesis, se puede concluir que la óptica planteada en la presente investigación no ha sido analizada anteriormente, tanto el aspecto de la generación de presupuestos preliminares para edificios multifamiliares en Lima, ni lo correspondiente al análisis estadístico para determinar márgenes de error de la base de datos.

De acuerdo con la teoría revisada para la presente investigación, el margen de error obtenido del 5.35% de la muestra encaja dentro de lo que por concepto se espera para un presupuesto o estimado definitivo aproximadamente (5% de porcentaje de aproximación). Lo cual es positivo pues inicialmente se apuntó a que el margen de error de la muestra encaje en el porcentaje de aproximación de los presupuestos preliminares (15% de porcentaje de aproximación), es decir, los resultados superaron ampliamente las expectativas iniciales. Se puede revisar el sustento de los porcentajes de aproximación en 2.11.2. Presupuesto de Costo.

Para efectos de poder conseguir las cantidades de las partidas presupuestales que plantea el formato Uniformat II (parámetros cuantitativos), es necesario contar con los planos de las diferentes especialidades de cada presupuesto de la muestra. Lo cual no debería ser un problema si es que alguna organización se propusiera analizar su información de la forma planteada en esta investigación pues deberían contar con toda esta información.

Si se quisiera generar un presupuesto preliminar para un proyecto nuevo, utilizando una base de datos generada a partir de los lineamientos planteados en esta investigación, necesariamente dicho proyecto nuevo tendrá que tener características similares a los de la muestra, es decir, tendrán que tener similitud en cuanto a los parámetros cualitativos.

La generación de presupuestos preliminares es en la práctica mucho más rápida que generar presupuestos definitivos. La correcta utilización de la metodología planteada en esta investigación ayudará a agilizar la generación de presupuestos preliminares conociendo de antemano la precisión de la estimación.

La presente investigación no busca reemplazar la generación de un presupuesto definitivo, pues el presupuesto definitivo tiene una estructura más detallada y

muchas veces es necesario desde el aspecto contractual de los proyectos debido a que contiene elementos como los análisis de precios unitarios, elemento que no se usa para los presupuestos preliminares planteados en esta investigación.

Para la presente investigación se decidió usar el formato Uniformat II, esto debido a la distribución estandarizada que este plantea, para de esta manera poder organizar las partidas presupuestales de la muestra. La base de datos generada tiene el formato Uniformat II aunque no necesariamente se tiene que trabajar en este formato, podría trabajarse en un formato particular y aun así la metodología planteada funcionaría.

Es necesario utilizar análisis estadístico para evaluar posibles desviaciones a nivel de partidas presupuestales de una base de datos creada a partir de presupuestos de edificios multifamiliares en Lima. A través del análisis estadístico se logra determinar las tendencias centrales y los márgenes de error de los precios unitarios por partida, para efectos de generar presupuestos preliminares la premisa fue que el margen de error sea menor al 15%, lo cual se logra pues el margen de error general obtenido fue 5.35%.

Respecto a la descripción del problema de la investigación, el cual hacía énfasis en la importancia de generar presupuestos preliminares precisos, podemos concluir que, con la utilización del método planteado en esta investigación, una organización (una constructora o inmobiliaria), estaría en capacidad de generar presupuestos preliminares con márgenes de error determinados lo cual se reflejaría en presupuestos más precisos. Esto implicaría múltiples beneficios para la organización, como la generación de presupuestos con menos errores, menos pérdidas por omisiones presupuestales, mejores precios con respecto a la competencia, entre otros.

Se ha demostrado que se puede evaluar posibles desviaciones de costos en presupuestos a nivel de línea base de costos en edificios multifamiliares en Lima utilizando la base de datos generada en el Formato Uniformat II. Es decir, una vez generada y revisada estadísticamente la base de datos, se puede usar como una herramienta para revisión de presupuestos que no pertenezcan a la muestra pero que compartan características similares a la muestra.

Para efectos de comparación de un presupuesto externo a la muestra con la base de datos generada y previamente analizada estadísticamente, es necesario hacer la conversión del presupuesto a analizar del formato tradicional al formato Unifomat II (para el caso particular que plantea esta investigación), lo que podría significar cierto grado de complejidad de no conocer a profundidad la mecánica que plantea el formato Unifomat II.

RECOMENDACIONES

Para efectos de una correcta aplicación de los planteamientos de esta investigación se debe tomar en consideración las siguientes recomendaciones:

Los planteamientos de la presente investigación están dirigidos para ser aplicados por empresas del rubro construcción tales como constructoras, inmobiliarias, empresas de supervisión y gerencia de proyectos, entre otros, que busquen poder organizar una base de datos de sus costos históricos referentes a presupuestos de obras de construcción.

Los precios unitarios varían en función al tiempo, factores como: inflación, demanda, coyuntura política, valor de la moneda local, productos importados, entre otros, deben ser analizados para actualizar los precios unitarios de la base de datos.

VARIABLES como los gastos generales pueden presentar particularidades dependiendo del tipo de contrato, para estos casos, si se quisiera hacer uso de la base de datos, se deberá tener en consideración que la composición de los gastos generales de la muestra coincida con la del presupuesto preliminar que se busque generar.

La base de datos podría contener una muestra indeterminada de datos, sin embargo, para efectos de generar un presupuesto preliminar determinado, se tendrán que considerar solo aquellas muestras que guarden similitud con los parámetros del proyecto para el cual se busca calcular el presupuesto preliminar.

Si una organización decidiera implementar los planteamientos de la presente investigación, es recomendable que, al finalizar la construcción de cada proyecto, actualice los costos reales de cada proyecto, y sobre esta información se genere la base de datos, esto debido a que los precios finales de cada proyecto casi siempre terminando variando con respecto a los planteados en la línea base de costos.

Se recomienda que la información usada para generar la base de datos tenga la mayor cantidad de filtros, esto permitirá poder ampliar la cantidad de variables para la elaboración de nuevos presupuestos preliminares. Por ejemplo, si la muestra solo corresponde a un distrito de la ciudad, el presupuesto preliminar podrá ser solo considerando que se construirá en ese distrito.

Se recomienda usar el formato Uniformat II en el caso de que una organización que busque comenzar a generar su base de datos de costos no cuente con una estructura de partidas de control propia.

Se recomienda conservar el expediente técnico completo de cada proyecto que se usará como muestra para la generación de la base de datos, esto para efectos de generar una trazabilidad adecuada.

En una segunda etapa de la presente investigación, se podrían incorporar conceptos de Lean Construction tales como trabajos productivos, contributorios e improductivos, para poder castigar con factores según correspondan los costos que se ingresan a la base de datos, dependiendo del porcentaje de incidencia de la productividad de un elemento determinado de la muestra. De esta manera los costos de obras donde la productividad fue mayor serán menores que los costos donde la productividad fue menor. Estos factores se deberán ingresar como una variable más, una especie de variable de productividad.

Es importante que los criterios de conversión de un presupuesto típico a presupuesto en formato Uniformat II, sean consistentes para toda la muestra, esto generará que los precios unitarios determinados por el formato Uniformat II no presenten errores o exista una alta variabilidad.

Para los precios unitarios de aquellas partidas que se compran con moneda extranjera, adicional a la fecha de generación del presupuesto, se recomienda tener mapeado el tipo de cambio considerado.

Para efectos de evitar confusiones, se recomienda que se indique en la base de datos si los costos mostrados consideran impuestos como IGV.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agresti, A., & Finlay, B. (2008). *Statistical Methods for the Social Sciences* (4th ed.). Prentice Hall. <https://biblioteca.colson.edu.mx/e-docs/RED/Statistical-Methods-for-the-Social-Sciences-4th-Edition.pdf>
- Álvarez Parajeles, E. A. (2011). *Herramienta para la estimación de costos en la construcción de viviendas para la empresa Fomento Urbano S.A.* [Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción]. Instituto Tecnológico de Costa Rica - Escuela de Ingeniería en Construcción. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6035>
- Arrisueño, G., & Triveño, Y. L. (2021). La vivienda digna, clave para una recuperación sostenible. *Revista Moneda Sector Vivienda BCRP*, 5. <https://ideas.repec.org/a/rbp/moneda/moneda-186-03.html>
- Berkun, S. (2005). *The Art of Project Management* (1ra ed.). O'Reilly Media.
- Blokdyk, G. (2021). *Requirements Traceability A Complete Guide*. 5STARCOoks.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2010). *Principios de Finanzas Corporativas* (9na ed.). McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. https://www.economicas.unsa.edu.ar/afinan/informacion_general/book/princ_de_finanzas_corporativas_9ed_myers.pdf
- Calkins, M. (2008). *Materials for Sustainable Sites: A Complete Guide to the Evaluation, Selection, and Use of Sustainable Construction Materials* (1ra ed.). Wiley. <https://www.semanticscholar.org/paper/Materials-for-Sustainable-Sites%3A-A-Complete-Guide-Calkins/efbf0f7c78fa21cd1396c3c2b40389ccb145dd35>
- Celis Paira, J. K. (2019). *Control de costos en un edificio multifamiliar aplicado a una constructora* [Trabajo de Investigación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://hdl.handle.net/10757/626382>
- Charette, R. P., & Marshall, H. E. (1999). UNIFORMAT II Elemental Clasification for Building Specifications, Cost Estimating, and Cost Analysis. *NISTIR* 6389, 109. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-C13-5af96252bc88826c911daac93c449927/pdf/GOVPUB-C13-5af96252bc88826c911daac93c449927.pdf>
- Chudley, M. R. (2006). *Advanced Construction Technology* (Illustrated). Prentice Hall.
- Coronel, C., Morris, S., & Rob, P. (2009). *Database Systems: Design, Implementation, and Management* (9th ed.). Cengage Learning.

- Dagostino, F. R., & Peterson, S. J. (2014). *Estimating in Building Construction* (8.ª ed.). Pearson.
- Doheny, M. (2021). *Building Construction Costs With RSMeans Data 2022* (Annual edición). R S Means Co.
- El Comercio, N. (2020, enero 29). *Zonas de Lima Top y Lima Moderna son las únicas con potencial para inversiones inmobiliarias | sector inmobiliario | Registros Públicos | Inmobiliaria Desarrolladora | ECONOMIA*. El Comercio Perú; NOTICIAS EL COMERCIO PERÚ. <https://elcomercio.pe/economia/peru/zonas-de-lima-top-y-lima-moderna-son-las-unicas-con-potencial-para-inversiones-inmobiliarias-sector-inmobiliario-registros-publicos-inmobiliaria-desarrolladora-noticia/>
- El precio del metro cuadrado en Lima Moderna | Nexo*. (s. f.). Recuperado 22 de febrero de 2022, de <https://blog.nexoimmobiliario.pe/metro-lima-moderna/>
- Elmasri, R., & Navathe, S. (2010). *Fundamentals of Database Systems* (6th ed.). Pearson.
- García Martín, S. (2020). Mejora en la estimación de presupuestos de edificios multifamiliares mediante el método de Monte Carlo aplicado a riesgos con diferente comportamiento en la fase de planificación de proyecto. [Tesis, UPC]. <http://hdl.handle.net/10757/653616>
- Gardner Anaya, G. (2001). *Apuntes de: Costos y presupuestos*. Universidad Autónoma de Nuevo León - Facultad de Ingeniería Civil. <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020147238/1020147238.PDF>
- Gava, L., Roper, E., Serna, G., & Ubierna, A. (2008). *Dirección Financiera: Decisiones de Inversión* (1ra ed.). Delta Publicaciones.
- Goldratt, E. M. (2002). *Critical Chain* (1ra ed.). The North River Press.
- Guerrero, Y., & Juarez, D. (2016). *Burbuja Inmobiliaria en el Perú, Periodo 2000 – 2013* [Tesis Profesional, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/167>
- Hernandez, M. (2003). *Database Design for Mere Mortals: A Hands-On Guide to Relational Database Design* (2th ed.). Addison-Wesley Professional.
- Hinze, J. (2007). *Construction Planning and Scheduling* (3ra ed.). Pearson College Div.
- Jamanca Carbajal, J. R. (2010). *Proyecto inmobiliario conjunto residencial Sol de Ica, II etapa: Estructuración con albañilería confinada y muros de ductilidad limitada* [Informe de Suficiencia, Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/15599>

- Jose Espantoso Salom. (2024). ASEI: “La vivienda formal es bienestar” (Revista MiVivienda Edición 187). Fondo MiVivienda - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
<https://www.mivivienda.com.pe/PortalCMS/archivos/documentos/baja%20Revista%20FMV%20187-7153.PDF>
- Kelly, J., & Male, S. (1992). *Value Management in Design and Construction* (1th ed.). E & FN Spon.
- Kelly, J., Male, S., & Graham, D. (2014). *Value Management of Construction Projects* (2th ed.). Wiley-Blackwell.
- Kendrick, T. (2013). *The Project Management Tool Kit: 100 Tips and Techniques for Getting the Job Done Right* (3th ed.). AMACOM.
- Kerzner, H. (2013). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (11va ed.). Wiley.
- Levin, R. (s. f.). *Statistics for management* (4th ed.). Prentice-Hall.
- Limoncelli, T. (2005). *Time Management for System Administrators: Stop Working Late and Start Working Smart* (1ra ed.). O'Reilly Media.
- Lira Chirif, A. (2019). *Proyecto Inmobiliario para Edificio Multifamiliar en Miraflores* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/13787>
- López Dumrauf, G. (2006). *Cálculo Financiero Aplicado, un enfoque profesional* (2a Edición). La Ley.
- McClave, J., Benson, G., & Sincich, T. (2019). *Statistics for Business and Economics* (13th ed.). Pearson.
- Mehta, M., Scarborough, W., & Armpriest, D. (s. f.). *Building Construction: Principles, Materials, and Systems*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Ed.). (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- Moore, D., McCabe, G., & Craig, B. (2016). *Introduction to the Practice of Statistics* (9th ed.). W. H. Freeman.
- Mubarak, S. (2019). *Construction Project Scheduling and Control* (4th ed.). Wiley.
- MUNICIPALIDAD DE MIRAFLORES. (s. f.). Recuperado 3 de marzo de 2022, de
<https://sig.miraflores.gob.pe/miraflores/>
- Newbold, P., Carlson, W., & Thorne, B. (2013). *Estadística para Administración y Economía* (8th ed.). LTC.

<https://fad.unsa.edu.pe/bancayseguros/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/Estadistica-para-administracion-y-la-economia.-6Ed.-Newbold-2008.pdf>

Oficina Técnica de Difusión - INEI. (2023). Población peruana alcanzó las 33 millones 726 mil personas en el año 2023 [Nota de Prensa]. INEI. <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-104-2023-inei.pdf>

Osorio Villa, J. A. (2013). *Ciclo de vida en los proyectos*.

Parámetros. (s. f.). *Municipalidad de Miraflores*. Recuperado 3 de marzo de 2022, de <https://www.miraflores.gob.pe/la-ciudad/licencia-de-edificacion/parametros/>

Pomerence, J. (2019). *A Better Way: Engineering Value with a Design-Build Partner*. ARCO/Murray.

Pratt, D. (2005). *Estimating for Residential Construction* (1ra ed.). Cengage Learning.

Project Management Institute, Inc. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) (Sexta Edición)*. Project Management Institute, Inc.

¿Qué es Lima Top? Todo lo que debes saber sobre esta área. (s. f.). Recuperado 22 de febrero de 2022, de <https://blog.nexoinmobiliario.pe/lima-top-debes-saber/>

RAE. (s. f.). *Abreviaturas | Diccionario panhispánico de dudas*. «Diccionario panhispánico de dudas». Recuperado 1 de marzo de 2022, de <https://www.rae.es/dpd/ayuda/abreviaturas>

Ramakrishnan, R., & Gehrke, J. (2002). *Database Management Systems* (3th ed.). Mcgraw Hill Higher Education.

Roca, F. (2018). *Finanzas para Emprendedores (Spanish Edition) Edición Kindle* (4ta ed.).

Sociedad Peruana de Bienes Raíces. (2017, julio 12). DEFICIT HABITACIONAL EN EL PERU. *El Blog Inmobiliario N° 1 del Perú - Sociedad Peruana de Bienes Raíces*. <https://bienesraicess.com/blogs/deficit-habitacional-en-el-peru/>

Tochon Montenegro, H. (2021). *Planificación, programación y control de los procesos constructivos del casco del proyecto de edificio de oficinas PAL 400* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/22239>

Wackerly, D. D., Mendenhall III, W., & Scheaffer, R. L. (2010). *Estadística Matemática con Aplicaciones* (7ma ed.). Cengage Learning.

[https://www.cimat.mx/ciencia_para_jovenes/bachillerato/libros/%5BWackerly.Mendenhall,Scheaffer%5DEstadistica Matematica con Aplicaciones.pdf](https://www.cimat.mx/ciencia_para_jovenes/bachillerato/libros/%5BWackerly.Mendenhall,Scheaffer%5DEstadistica_Matematica_con_Aplicaciones.pdf)

Walker, F. (2006). *Walker's Building Estimator's Reference Book* (28th ed.). Frank R. Walker Company.

Watts, A. (2022). *Modern Construction Handbook* (6ta ed.). Birkhäuser.

Witte, R. S., & Witte, J. S. (2017). *Statistics*. Wiley.

Wysocki, R. K. (2019). *Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme, Hybrid* (8va ed.). Wiley.