

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

# "PLATAFORMADIGITAL INGMASTER PARA EL CÁLCULO DE MATERIALES Y COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN".

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero de civil.

## Elaborado por

Tutor:

Br. Sergio José Martínez Molina Carnet: 2014-0287N Br. Kristell Dayana García Tórrez Carnet: 2016-0018N

Br. Emill Midence Zavala Carnet: 2016-0008N

MSc. Ana Rosa López Olivas

14 marzo de 2024 Managua, Nicaragua

#### DEDICATORIA

A mis amados padres y hermanos,

A través de los años, su amor incondicional y apoyo constante han sido mi roca. Esta dedicación va más allá de las palabras; es una expresión profunda de gratitud hacia aquellos que han sido mi inspiración y fortaleza. A ustedes, que han compartido mis alegrías, aliviado mis penas y siempre han estado a mi lado, les dedico este logro con todo mi corazón. Sin su sacrificio, aliento y amor, este camino habría sido mucho más difícil. Gracias por ser la base sólida sobre la cual he construido mi educación y mi vida.

Con amor eterno, Sergio J. Martínez

#### AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por la vida y la oportunidad invaluable de embarcarme en este viaje educativo. Su guía y propósito han iluminado mi camino, brindándome fuerza y dirección en los momentos más desafiantes.

A mi invaluable tutora de tesis, MSc. Ana Rosa López Olivas, le expreso mi profundo agradecimiento. Su orientación experta, paciencia y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo y éxito de este trabajo. Cada consejo y enseñanza han dejado una huella en esta culminación académica, y estoy agradecido por su valioso tiempo y esfuerzo.

A mis padres, cuyo apoyo ha sido mi mayor tesoro. Gracias por creer en mí, por alentarme a alcanzar mis metas y por ser mi red de seguridad en cada paso de esta travesía académica. Su dedicación y amor han sido el motor que impulsa mi éxito.

A mis queridos maestros, quienes no solo compartieron su conocimiento, sino que también modelaron con pasión y dedicación el camino de la ingeniería civil. Sus enseñanzas han dejado una marca indeleble en mi formación profesional y personal.

A mis hermanos, por su constante aliento y complicidad en cada desafío. Su apoyo ha sido el recordatorio constante de que no estoy solo en este viaje.

A todos aquellos que, de alguna manera, contribuyeron a mi crecimiento académico y personal, les expreso mi más profundo agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin la influencia positiva de cada uno de ustedes. En especial a mis compañeros de tesis que confiaron en mí y me apoyaron en este proyecto.

Con gratitud sincera,

Sergio J. Martínez

#### DEDICATORIA

Esta obra está dedicada a mi Señor y Salvador, quien ha sido mi guía constante en este viaje académico. A Dios, le entrego este logro como una expresión de gratitud por Su amor incondicional y dirección divina. Cada paso, cada desafío, ha estado iluminado por Su presencia, y por eso, esta victoria es Suya.

A ti, mamá, mi roca y mi inspiración, te dedico este logro. Tu amor, apoyo y sacrificio han sido mi motor durante todo este proceso. Que esta dedicatoria refleje el profundo agradecimiento que siento por ti.

Con amor y devoción,

Kristell García

#### AGRADECIMIENTO

A Dios, mi luz y mi fuerza,

En este camino académico, reconozco Tu presencia constante. Gracias por ser mi refugio en tiempos de desafío y mi guía en la toma de decisiones. Este logro es un testimonio de Tu gracia y bondad, y humildemente lo dedico a Ti.

A mi querida mamá, cuyo amor y apoyo han sido inquebrantables. Tus sacrificios han allanado el camino para que yo pueda seguir mis sueños. Agradezco a Dios por bendecirme con una madre tan maravillosa.

Este logro es el resultado de la fe, el amor y la dedicación. Agradezco a Dios por Su guía, a mis compañeros de estudio por su apoyo en este trabajo monográfico y a mi madre por ser mi mayor inspiración.

Con profunda gratitud.

Kristell García

#### DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por haberme guiado por el buen camino y haberme permitido llegar hasta este punto, por mantenerme con salud y darme lo necesario para seguir adelante día a día y lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, siendo así el manantial que rige mi vida.

A mis padres, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos llenos de amor y respeto, sus valores inculcados, lo cual me ha llevado a ser una persona de bien, motivándome día a día para culminar mis estudios profesionales y sobre todo no rendirme ante las adversidades de la vida, a todos aquellos que me ayudaron directa o indirectamente para realiza este documento y por el cual quedara como un precedente de mis logros y méritos realizados.

A su vez, que este documento sea de ayuda y permita a las futuras generaciones ser apoyo de investigación para sus trabajos finales.

**Emill Midence** 

#### AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por concederme la bendición de poder estudiar y culminar la carrera de Ingeniería Civil. Agradezco a mi familia por haber sido instrumento de Dios, asumiendo el compromiso de brindarme toda la formación necesaria para ser el profesional que hoy están orgullosos de ver realizado.

A mis compañeros de estudio, por perseverar en todo momento al realizar este trabajo monográfico y porque en conjunto logramos el objetivo en común.

**Emill Midence** 

#### RESUMEN

La tesis "Desarrollo de la plataforma digital Ingmaster para el cálculo de materiales y costos en la construcción" presenta Ingmaster, una aplicación web diseñada para agilizar el cálculo preciso de materiales y costos en proyectos de construcción. Mediante una interfaz intuitiva y el uso de tecnologías modernas, Ingmaster mejora la eficiencia en la gestión de proyectos.

Con un enfoque en la usabilidad, se ha diseñado una interfaz amigable que facilita la interacción de los usuarios. Además, se ha logrado la integración de herramientas existentes para maximizar la eficiencia del proceso. La validación del funcionamiento de Ingmaster se ha realizado mediante un modelo de vivienda, donde se han realizado pruebas exhaustivas para asegurar su eficacia.

El presente trabajo consta de siete capítulos:

Capítulo I: Aborda las generalidades del proyecto, incluyendo los objetivos.

Capítulo II: Aborda el marco teórico.

Capítulo III: Aborda todo lo referente a la creación de la plataforma "Ingmaster.

Capítulo IV: Aborda la validación y resultados para comprobar eficiencia, y la obtención de las cantidades de materiales y costos del proyecto vivienda INVUR.

Capitulo V: Contempla las Conclusiones y Recomendaciones del trabajo.

Capítulo VI: Bibliografías.

Capítulo VII: Anexos.

## Índice

I. (	Genera	lidades1
1.1	Int	roducción 1
1.2	2 An	tecedentes 2
1.3	3 Ju	stificación3
1.4	l Ob	jetivos4
	1.4.1	Objetivo general:4
	1.4.2	Objetivos específicos: 4
II. I	Marco	teórico5
2.1	Co	nceptos generales5
2	2.1.1	Proyecto5
	2.1.2	Costos5
	2.1.3	Presupuesto5
2	2.1.4	Cantidad de obra 6
2	2.1.5	Sistema constructivo6
	2.1.6	Ingmaster6
2	2.1.7	HTML7
	2.1.8	CSS
	2.1.9	JavaScript8
	2.1.10	GitHub8
2	2.1.11	Dominio Web 8
	2.1.12	Web Hosting9
2	2.1.13	jQuery9
	2.1.14	Bootstrap9

2.1.15	Servidor Web	9
2.1.16	Navegador o Explorador Web	10
2.2 Mé	etodo de Cálculo	10
2.2.1	Cálculo de Cantidad de Bloques	10
2.2.2	Cálculo de Volumen de Mortero	10
2.2.3	Cálculo de Cantidad de Bolsas de Cemento	11
2.2.4	Cálculo de Materiales para Concreto	11
2.2.5	Calcular la Cantidad de Cemento Necesaria:	12
2.2.6	Calcular la Cantidad de Arena Necesaria:	12
2.2.7	Calcular la Cantidad de Grava Necesaria:	12
2.2.8	Calcular la Cantidad de Agua Necesaria:	12
2.2.9	Descripción del Menú Lateral de la Aplicación Web Ingmast	er 13
2.2.10	Cálculo de Acero	14
2.3 Dis	seño Metodológico	17
2.3.1	Tipo de Investigación	17
2.3.2	Diseño de navegación de Usuario	17
2.3.3	Análisis y Especificación de Requerimientos	17
2.3.4	Diseño de la Aplicación Web "Ingmaster"	18
2.3.5	Codificación de Software	18
2.3.6	Prueba	18
2.3.7	Validación	18
2.3.8	Implementación	19
2.3.9	Análisis y Procesamiento de la Información	19
III. Crea	ción de Aplicación de la Web Ingmaster	20
3.1 Pro	oceso de Creación	

3.1	.1	Descarga del Programa Visual Studio Code	20
3.1	.2	Instalación del Programa Visual Studio Code	20
3.2	Imp	lementación de JavaScript, CSS Y HTML para Diseñar la Aplicac	ión
Web	Ingm	aster	24
3.2	.1	Estructura De Etiquetado HTML	25
3.3	Inte	gración de Herramientas de Cálculo en Línea Existentes	27
3.3	.1	Página de Múltiples calculadoras de Ingeniería	27
3.3	.2	Visor de Autodesk	28
3.3	.3	SketchUp	29
3.3	.4	Google Earth	30
3.3	.5	Canales de Videos Tutoriales de YouTube	31
3.4	Cor	trol de Versiones del Repositorio en GitHub	32
3.5	Pro	cedimiento de Implementación en GitHub Pages	33
3.5	.1	Creación del Repositorio en GitHub	33
3.5	.2	Configuración de GitHub Pages	33
3.6	Des	pliegue Automático	33
3.7	Acc	eso a la Aplicación	33
IV. V	/alida	ición De Resultados	35
4.1	Des	cripción del Proyecto	35
4.1	.1	Localización	35
4.1	.2	Microlocalización	35
4.1	.3	Macrolocalización	36
4.1	.4	Dimensiones de la Vivienda	37
4.1	.5	Alcances de Proyectos	43
4.2	Cál	culo de Cantidad y Costos de Materiales	. 44

4	.3	Fundaciones	45
	4.3.1	Volumen de Zapata	45
	4.3.2	Cálculo de Cantidad de Concreto en Zapata corrida	46
	4.3.3	Cálculo de Cantidad de Acero en Zapata Corrida	47
4	.4	Estructuras de Concreto	51
	4.4.1	Cálculo de Volumen de Concreto en Vigas (VI-1, VD-1 Y VC-1)	51
	4.4.2	Cálculo de Cantidad de Acero para Vigas VI-1, VD-1 y VC-1	53
4	.5	Refuerzos en Paredes	59
	4.5.1	Cálculo de Volumen de Concreto en Huecos de Bloques	59
	4.5.2	Cálculo de Cantidad de Acero en Huecos de Bloque	62
4	.6	Mampostería Reforzada	69
	4.6.1	Cálculo de Mampostería Reforzada	69
	4.6.2	Cálculo de la Cantidad de Bloques y Costos de Materiales	71
4	.7	Acabados	74
	4.7.1	Cálculo de Cantidad de Áreas y Volumen de Acabados de Repello	74
	4.7.2 Grue	Cálculo de Volumen, Materiales y Costos de Acabados Repe	llo 76
4	.8	Pisos	81
	4.8.1	Cálculo de Volumen, Dosificación y Costo De Materiales en Piso	81
4	.9 3	Sumatoria de Costo Total del Proyecto	84
	4.9.1	Hoja de Cálculo Excel	84
	4.9.2	Cálculo en Ingmaster	86
	4.9.3	Costo Total de La Vivienda	91
V.	Cond	clusiones y Recomendaciones	92
5	.1 (	Conclusiones	92

5.2	Recomendaciones	93
VI.	Bibliografía	94
VII.	Anexos	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	1	Imagen de Muro	. 10
Figura	2	Acuerdo de Licencia de Software	. 20
Figura	3	Ventana de Instalación de Software	. 21
Figura	4	Ejecutar Visual Studio Code	. 22
Figura	5	Ventana de Bienvenida de Visual Studio Code	. 23
Figura	6	Menú Lateral y Descripción de Módulos	. 24
Figura	7	Archivos HTML	. 25
Figura	8	Código QR del Repositorio	. 26
Figura	9	Menú Lateral otros Cálculos	. 27
Figura	10	Menú Lateral Visor de Autodesk	. 28
Figura	11	Menú lateral Sketchup	. 29
Figura	12	Menú Lateral Google Earth	. 30
Figura	13	Menú lateral Videos Tutoriales	. 31
Figura	14	Repositorio GitHub y Código QR del Repositorio	. 32
Figura	15	Código QR de Acceso a la Aplicación web Ingmaster	. 34
Figura	16	i Mapa de Microlocalización	. 35
Figura	17	' Macrolocalización	. 36
Figura	18	Modelo 3D de Sala y Comedor (Blender)	. 37
Figura	19	Modelo 3D de Dormitorio (Blender)	. 38
Figura	20	Modelo 3D de Pared Frontal y Trasera (Blender)	. 38
Figura	21	Modelo 3D de Pared Frontal y Trasera de Dormitorios (Blender)	. 39
Figura	22	Modelo 3D de Pared Frontal y Trasera de Dormitorios (Blender)	. 39
Figura	23	B Detalle de Zapata Corrida	. 40
Figura	24	Detalle de Viga Intermedia V1/VD-1	. 40
Figura	25	Detalle de Viga Corona VC-1	. 41

Figura	26	Detalle de Puerta Metálica de 2.10m x 0.90	41
Figura	27	Detalle de Ventana Corrediza de 1.00m x 1.00m	42
Figura	28	Detalle de Ventana Tipo Celosía 1.15m x 0.40 m	42
Figura	29	Modelo 3D Zapata Corrida (Blender)	45
Figura	30	Cálculo de Volumen de Zapata Corrida (Ingmaster)	46
Figura	31	Dosificación de Concreto para Fundaciones y Costos Totales (Ingmaste	ər)
			47
Figura	32	Cálculo de Acero en Zapata Corrida (Ingmaster)	48
Figura	33	Costo de Acero en Fundaciones (Ingmaster)	49
Figura	34	Sumatoria de Costos Totales de Fundaciones (Ingmaster)	50
Figura	35	Cálculo de Volumen de Vigas (Ingmaster)	51
Figura	36	Cálculo de Dosificación, Materiales y Costos Totales en Estructura	de
Concre	to (I	Ingmaster)	52
Figura	37	Cálculo de Acero en Vigas VI-1 y VD-1 (Ingmaster)	54
Figura	38	Cálculo de Acero de 3/8",1/4" y Costos de Alambre de Amarre en Vig	as
VC-1 (I	ngn	naster)	55
Figura	39	Costo de Acero 3/8" en Vigas (Ingmaster)	56
Figura	40	Costo de Acero 1/4" en Vigas (Ingmaster)	57
Figura	41	Sumatoria de Costos Estructura de Concreto (Ingmaster)	58
Figura	42	Detalle de Unión de Esquina	59
Figura	43	Volumen de 24 Huecos de Bloques (Ingmaster)	60
Figura	44	Cálculo de Dosificación y Costos en Relleno de Huecos de Bloqu	es
(Ingma	ster	)	61
Figura	45	Detalle de refuerzo	62
Figura	46	Vista de Planta Estructural de Fundaciones	63
Figura	47	Cálculo de Varillas de Refuerzo y Costo de Alambre de Amar	re
(Ingma	ster	)	65
Figura	48	Cálculo de Costos de Varillas de 3/8" Refuerzo Vertical (Ingmaster)	66
Figura	49	Cálculo de Costos de Varillas de 1/4" para Estribos en Refuerzo Vertio	cal
(Ingma	ster	)	67
Figura	50	Sumatoria de Totales Refuerzo en Paredes (Ingmaster)	68

Figura 51 Cálculo de Áreas en Paredes de Mampostería (Ingmaster) 70
Figura 52 Cálculo Pared 5 Eje 1 con Cumbrera en Mampostería (Ingmaster) 70
Figura 53 Ingmaster Cálculo de Pared 7 Eje 3 con Cumbrera en Mampostería
(Ingmaster)
Figura 54 Cálculo de Áreas Negativas de Puertas y Ventanas (Ingmaster) 71
Figura 55 Cálculo de cantidad de materiales y costo en Mampostería Reforzada
(Ingmaster)
Figura 56 Cálculo de Área Interna (Ingmaster) 75
Figura 57 Cálculo de Áreas Totales de Repello Fino y Grueso (Ingmaster) 75
Figura 58 Cálculo de Cantidad de Materiales y Costos Repello Grueso (Ingmaster)
Figura 59 Cálculo de Cantidad de Materiales y Costos Repello Fino (Ingmaster) 79
Figura 60 Sumatoria de Costos en Acabados (Ingmaster) 80
Figura 61 Cálculo de Volumen de Concreto de Piso (Ingmaster) 82
Figura 62 Cálculo de Cantidad y Costo Totales de Materiales en Piso (Ingmaster)
Figura 63 Sumatoria de Costos totales (Ingmaster) 91
Figura 64 Fotografía de Vivienda Proyecto INVUR

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Costo General de Materiales (Excel)	44
Tabla 2 Costo de Varillas de Acero (Excel)	44
Tabla 3 Cálculo de Volumen de Concreto (Excel)	46
Tabla 4 Dosificación de Concreto de 3000 PSI (210 kg/cm <sup>2</sup> ) para Fundaci	ones
(Excel)	46
Tabla 5 Cantidad de Varillas 3/8" (Excel)	47
Tabla 6 Costos Totales en Fundaciones (Excel)	48
Tabla 7 Comparación de Resultado de Fundaciones	50
Tabla 8 Cálculo de Volumen de Concreto en Vigas (Excel)	51
Tabla 9 Dosificación de Concreto de 3000 PSI (280 Kg/Cm <sup>2</sup> ) en Vigas (Excel)	52
Tabla 10 Cálculo de Cantidad de Acero 3/8" en Vigas (Excel)	53
Tabla 11 Cálculo de Cantidad de Acero 1/4" en Vigas (Excel)	53
Tabla 12 Cálculo de Cantidad de Alambre de Amarre sn VC-1 (Excel)	54
Tabla 13 Sumatoria de Costos en Estructura de Concreto (Excel)	58
Tabla 14 Comparación de Resultados Estructuras de Concreto (Excel)	59
Tabla 15  Volumen de 24  Huecos de Bloque (Excel)	60
Tabla 16 Dosificación de Relleno en Huecos de Bloques a 2700 PSI (Excel)	61
Tabla 17 Cálculo de Cantidad de Varillas 3/8" en Refuerzo Vertical (Excel)	64
Tabla 18 Cálculo de Cantidad de Varillas de 1/4" en Refuerzo Vertical (Excel)	64
Tabla 19 Cálculo de Cantidad de Libras de Alambre de Amarre en Refuerzo Ve	rtical
(Excel)	64
Tabla 20 Sumatoria de Costos de Refuerzos en Paredes (Excel)	68
Tabla 21 Comparativa de Costos Totales de Refuerzo en Paredes (Excel)	69
Tabla 22 Cálculo de área de Mampostería (Excel)	69
Tabla 23 Cálculo de Cantidad de Bloque 15x20x40 (Excel)	71
Tabla 24  Dosificación De Mortero Y Cantidad De Materiales (Excel)	72
Tabla 25 Cálculo de Costo de Materiales en Mampostería Reforzada (Excel)	72
Tabla 26 Comparativa Mampostería Reforzada (Excel)	74
Tabla 27 Área de Mampostería Interna (Excel)	74
Tabla 28 Volumen de Repello Grueso (Excel)	76

Tabla 29 Dosificación De Mortero 2850 PSI (200.37 kg/cm²)	76
Tabla 30 Cálculo de Volumen de Repello Fino (Excel)	78
Tabla 31 Dosificación de Mortero para Repello Fino (Excel)	78
Tabla 32 Tabla de Costos en Acabados (Excel)	80
Tabla 33 Comparación de Resultados en Acabados (Excel)	81
Tabla 34  Volumen de Concreto de Piso (Excel)	81
Tabla 35 Dosificación de Concreto en Piso 2000 PSI (140 Kg/cm <sup>2</sup> ) (Excel).	82
Tabla 36 Costos Totales de Materiales en Pisos (Excel)	83
Tabla 37 Comparación de Resultados en Pisos (Excel)	84
Tabla 38 Sumatoria de Costo Total (Excel)	84

#### I. Generalidades

#### 1.1 Introducción

La construcción es una actividad que requiere un minucioso cálculo de materiales y costos para garantizar la calidad y eficiencia en la ejecución de obras. La tarea de realizar estos cálculos puede resultar tediosa y complicada, lo que lleva a errores y retrasos en el proyecto. Para solucionar este problema, se desarrolló **Ingmaster**, una plataforma digital diseñada para facilitar el cálculo de materiales y costos en la construcción.

Ingmaster es una aplicación web que permite calcular con precisión la cantidad de materiales necesarios para la construcción de columnas, zapatas, vigas y repello, así como la cantidad de ladrillos, arena, cemento, grava, acero y otros elementos que se requieren en un proyecto de construcción. Además, ofrece la posibilidad de usar formularios personalizados para realizar cálculos específicos y ahorrar tiempo.

Para hacer uso de Ingmaster, se requiere de conocimientos básicos en la utilización de una aplicación web y la habilidad de ingresar los datos necesarios en los formularios que se proporcionan. La plataforma está diseñada con tecnologías modernas como JavaScript, CSS y HTML, lo que la hace fácil su uso y adaptable a diferentes dispositivos. Asimismo, el uso de un dominio gratuito y la integración con GitHub permiten la fácil distribución y actualización de la aplicación.

En esta tesis, se describe el desarrollo de Ingmaster, desde la conceptualización hasta la implementación, así como la metodología utilizada para su diseño y la validación de su funcionamiento. Además, se presentan casos de aplicación práctica para ilustrar la utilidad y eficiencia de la plataforma en la gestión de proyectos de construcción.

#### 1.2 Antecedentes

El uso de aplicaciones web para la gestión de proyectos de construcción ha ido en aumento debido a su facilidad de uso y adaptabilidad a diferentes dispositivos. La utilización de tecnologías modernas en el diseño de aplicaciones web ha permitido crear interfaces intuitivas y amigables para el usuario en la gestión de proyectos de construcción.

Actualmente, existen diversas herramientas digitales para el cálculo de materiales y costos en la construcción, como software especializado y aplicaciones móviles, pero muchos de ellos tienen un costo elevado o no están disponibles en línea, lo que limita su accesibilidad.

BeamCalc: aplicación web para cálculos de vigas y columnas en estructuras de acero y madera.

Civil Engineering Calculators: una colección de más de 100 calculadoras en línea para ingeniería civil, incluyendo cálculos de mecánica de suelos, hidráulica, estructuras, y más.

Concrete Calculator: aplicación web que ayuda a calcular la cantidad de concreto necesaria para un proyecto de construcción, basándose en las dimensiones de la losa, paredes y columnas.

Roofing Calculator: herramienta en línea que permite estimar los materiales necesarios para la construcción de un techo, incluyendo el tipo y cantidad de tejas, impermeabilizante, aislamiento, etc.

#### 1.3 Justificación

El desarrollo de software y aplicaciones es de gran importancia para el creciente avance tecnológico. A través de estos se pueden abarcar problemas que de otra manera tardarían gran cantidad de tiempo en ser resueltos.

Para solucionar este problema, se desarrolló Ingmaster, una plataforma digital diseñada para facilitar el cálculo de materiales y costos en la construcción de manera puntual.

La construcción es una actividad que requiere un minucioso cálculo de materiales y costos para garantizar la calidad y eficiencia en la ejecución de obras. Sin embargo, esta tarea puede resultar tediosa y complicada, lo que lleva a errores y retrasos en el proyecto

En este contexto, Ingmaster, es una plataforma digital diseñada para facilitar el cálculo de materiales y costos en la construcción de manera precisa, eficiente y accesible. Ingmaster es una aplicación web que permite calcular con precisión la cantidad de materiales necesarios para la construcción de columnas, zapatas, vigas, metros cúbicos de estructuras y repello, así como la cantidad de ladrillos, arena, cemento, grava, acero y otros elementos que se requieren en un proyecto de construcción. Además, ofrece la posibilidad de generar formularios personalizados para realizar cálculos específicos y ahorrar tiempo.

## 1.4 Objetivos

## 1.4.1 Objetivo general:

Desarrollar la plataforma digital Ingmaster para el cálculo de materiales y costos en la construcción.

## 1.4.2 Objetivos específicos:

- Utilizar tecnologías modernas como JavaScript, CSS y HTML para diseñar una interfaz de usuario amigable y adaptable a diferentes dispositivos.
- Integrar algunas herramientas online ya existentes para que puedan ser usadas desde un mismo sitio y sistemas de control de versiones como GitHub.
- Validar el funcionamiento de la aplicación web Ingmaster mediante modelo de vivienda.

#### II. Marco teórico

#### 2.1 Conceptos generales

#### 2.1.1 Proyecto

Un proyecto en ingeniería civil es un esfuerzo temporal y único para planificar, diseñar, construir y gestionar infraestructuras y sistemas de ingeniería civil. Los proyectos de ingeniería civil pueden variar desde la construcción de edificios, puentes, carreteras y presas, hasta proyectos de infraestructura de gran escala como sistemas de transporte, redes de agua y alcantarillado, y plantas de energía. Los proyectos de ingeniería civil requieren una planificación cuidadosa, un diseño riguroso, una construcción precisa y una gestión eficaz para garantizar la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad a largo plazo de las estructuras y sistemas construidos. (American Society of Civil Engineers (ASCE), 2021)

## 2.1.2 Costos

Los costos son los gastos necesarios para llevar a cabo un proyecto o actividad. En el contexto de la ingeniería civil, los costos pueden incluir el costo de los materiales, la mano de obra, el equipo, los permisos, la gestión de proyectos y otros gastos indirectos asociados con la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras y sistemas. La gestión de costos es una parte fundamental de cualquier proyecto de ingeniería civil y requiere un control cuidadoso de los costos y la elaboración de presupuestos precisos para garantizar la viabilidad financiera del proyecto. (Institute, 2021)

#### 2.1.3 Presupuesto

El presupuesto de construcción, también llamado presupuesto de obra es un documento que contiene el cálculo detallado y anticipado del precio de construcción de una obra. El total del presupuesto representa todos los costos y gastos que tiene que asumir el propietario del proyecto para llevarlo a cabo.

El presupuesto se elabora en base a los cómputos métricos y a los análisis de precios unitarios de cada una de las partidas que componen el proyecto. Los precios unitarios de las partidas se fundamentan en la certeza del cálculo de los costos de

materiales, equipos y mano de obra, directa e indirecta requeridos para la construcción de cada partida. (C., 2021)

#### 2.1.4 Cantidad de obra

La cantidad de obra es el conjunto de mediciones y cálculos que permiten determinar la cantidad de materiales y trabajo necesarios para la construcción de una estructura o proyecto de ingeniería civil. Esta medición precisa es esencial para la elaboración de presupuestos, programación del proyecto y adquisición de materiales y suministros. Los métodos de medición pueden variar según el tipo de proyecto y las normativas locales, pero a menudo implican el uso de planos, especificaciones técnicas y cálculos matemáticos (Casado, 2010)

#### 2.1.5 Sistema constructivo

Un sistema constructivo es una combinación de materiales, técnicas y procesos utilizados para construir edificios e infraestructuras. Los sistemas constructivos pueden ser prefabricados o construidos en el lugar, y pueden incluir elementos estructurales, sistemas de cubiertas, paredes, pisos, ventanas, puertas y otros componentes. Los sistemas constructivos se seleccionan en función de una variedad de factores, como la funcionalidad, la estética, la durabilidad, la eficiencia energética, el costo y la facilidad de construcción y mantenimiento (Levy, 2018)

#### 2.1.6 Ingmaster

En la actualidad, el desarrollo de aplicaciones web se ha convertido en una herramienta valiosa para la automatización de procesos y cálculos complejos en la ingeniería civil. La aplicación web "Ingmaster" se diseñó con el objetivo de ofrecer una experiencia de usuario intuitiva y accesible para la cuantificación de materiales en proyectos de construcción y sus respectivos costos.

Los usuarios de "Ingmaster" pueden ingresar los datos de sus proyectos en una interfaz amigable y obtener cálculos automatizados precisos y confiables. La aplicación no requiere la creación de complejas tablas de Excel o cálculos manuales tediosos, lo que permite a los usuarios ahorrar tiempo y esfuerzo.

"Ingmaster" está disponible en línea y puede ser accedida a través del navegador de preferencia del usuario desde cualquier dispositivo. No se requiere la creación de una cuenta de usuario ni el almacenamiento de datos en una base de datos, ya que la aplicación se enfoca únicamente en la automatización de cálculos.

En cuanto a la tecnología utilizada, "Ingmaster" se desarrolló utilizando lenguajes de programación web como HTML, CSS y JavaScript, lo que permitió una integración eficiente de las fórmulas preprogramadas necesarias para la cuantificación de materiales. Además, se utilizan herramientas como jQuery y Bootstrap para mejorar la experiencia de usuario y el diseño de la interfaz.

En resumen, "Ingmaster" es una aplicación web diseñada para automatizar los cálculos de cuantificación de materiales en proyectos de construcción, lo que permite a los usuarios ahorrar tiempo y esfuerzo. La aplicación está disponible en línea y se desarrolló utilizando lenguajes de programación web y herramientas de diseño para mejorar la experiencia de usuario.

#### 2.1.7 HTML

HTML (HyperText Markup Language) es un lenguaje de marcado utilizado para crear páginas web. Está compuesto por una serie de etiquetas que se utilizan para estructurar el contenido de la página y proporcionar información sobre el formato y diseño de los elementos. El uso de HTML ha sido fundamental en la creación de la interfaz de usuario de Ingmaster, ya que permite la introducción de elementos como casillas de entrada (inputs) que el usuario utilizará para agregar los datos e interactuar con la página. (World Wide Web Consortium, 2017)

#### 2.1.8 CSS

CSS (Cascading Style Sheets) es un lenguaje de estilo utilizado para dar estilo y presentación a las páginas web. Permite definir la apariencia y el diseño visual de los elementos de una página web, como el color, el tamaño y la posición. En la creación de Ingmaster, CSS es utilizado para estilizar la página web y crear una experiencia visualmente atractiva y amigable para el usuario. (World Wide Web Consortium, 2017)

#### 2.1.9 JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y orientado a objetos, que se utiliza principalmente en la programación web para crear interactividad y dinamismo en las páginas web. Permite crear efectos visuales, validar formularios, modificar contenido en tiempo real y muchas otras funcionalidades. En la aplicación Ingmaster, se utiliza JavaScript para introducir las fórmulas necesarias para realizar los cálculos que proporciona al usuario, así como para crear interacciones dinámicas con el usuario en tiempo real. (Mozilla Developer Network, n.d.)

#### 2.1.10 GitHub

GitHub es un repositorio online gratuito esencial para el desarrollo de la aplicación web "Ingmaster", ya que permite la gestión de proyectos y el control de versiones del código. Almacenar proyectos en GitHub facilita la colaboración entre desarrolladores de todo el mundo. El control de versiones ayuda a los desarrolladores a administrar cambios en el software mientras el proyecto evoluciona. GitHub ofrece una función llamada **GitHub Pages**, que permite a los usuarios publicar sitios web estáticos directamente desde un repositorio GitHub. Esta característica es especialmente útil para desplegar y compartir la aplicación web Ingmaster, ya que permite utilizar GitHub como un servicio de alojamiento de dominio sin costo adicional. GitHub Pages proporciona una forma sencilla y eficaz de poner en línea la aplicación y brindar acceso a los usuarios. (webemepresa, 2020)

#### 2.1.11 Dominio Web

Para que la aplicación web "Ingmaster" sea funcional y accesible para los usuarios, es necesario que tenga un dominio web único y exclusivo. En otras palabras, el dominio web es como la dirección postal de una casa, que permite a las personas visitar el sitio o la aplicación web. Técnicamente, el dominio web es una serie de caracteres que se ingresan en el navegador para acceder a una página web específica. (Castellanos, 2021)

8

#### 2.1.12 Web Hosting

El web hosting es esencial para alojar los contenidos de la aplicación web "Ingmaster" y permitir su acceso desde cualquier dispositivo conectado a Internet. Mientras que un servidor web es una máquina o equipo que ofrece diversos recursos, el web hosting es solo un espacio de almacenamiento dentro del servidor que utiliza ciertos recursos técnicos del mismo. En general, un servidor web cuenta con más recursos técnicos que un hosting. (webempresa, 2018)

#### 2.1.13 jQuery

JQuery es una librería de JavaScript (JavaScript es un lenguaje de programación muy usado en desarrollo web). Esta librería de código abierto simplifica la tarea de programar en JavaScript y permite agregar interactividad a un sitio web sin tener conocimientos del lenguaje. (Chuburu, 2022)

#### 2.1.14 Bootstrap

Bootstrap es un marco *frontend* gratuito para un desarrollo web más rápido y fácil incluye plantillas de diseño basadas en HTML y CSS para tipografía, formularios, botones, tablas, navegación, modales, carruseles de imágenes y muchos otros, así como complementos de JavaScript opcionales.

Bootstrap también brinda la capacidad de crear fácilmente diseños receptivos. El diseño web receptivo se trata de crear sitios web que se ajusten automáticamente para verse bien en todos los dispositivos, desde teléfonos pequeños hasta computadoras de escritorio grandes. (School, 2021)

#### 2.1.15 Servidor Web

La aplicación web "Ingmaster" esta alojada en un servidor web que sirve para almacenar contenidos de Internet y garantizar su disponibilidad de forma constante y segura. Cuando un usuario visita una página web, es el servidor web el que envía los componentes de dicha página a su ordenador. Por lo tanto, para que una página web sea accesible en todo momento, el servidor web debe estar permanentemente online. (lonos, 2019)

## 2.1.16 Navegador o Explorador Web

Un navegador web es una herramienta fundamental que permite a los usuarios visitar cualquier página de Internet. Recupera información de la web y la muestra en el dispositivo del usuario. Los navegadores más populares entre los usuarios son Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera Mini, Apple Safari y Microsoft Edge. (Mozzilla, 2020)

## 2.2 Método de Cálculo

## 2.2.1 Cálculo de Cantidad de Bloques

Para calcular la cantidad de ladrillos o bloques necesarios para una construcción, se utilizan las siguientes fórmulas:

Se calcula el número de bloques o ladrillos mediante la fórmula:

Cantidad de bloques = 
$$\left(\frac{\text{Área de la pared}}{(L+J_h)*(H+J_v)}\right) + 1$$

- L = Longitud de bloque por (m2)
- Jh = Espesor junta horizontal (m)

$$H = Altura del bloque (m)$$

Jh = Espesor junta vertical (m)





Fuente: Elaboración propia

A esta fórmula se le aplica el factor desperdicio según el material, para calcular así mismo la cantidad total de material y fijar el precio manualmente. Obteniendo como resultado las cantidades de los diferentes materiales y el costo estimado para cada uno.

Cantidad total de bloques = Número de bloques \* (1 + factor de desperdicio)

Costo de total de bloques = Cantidad total de bloques \* Precio unitario

## 2.2.2 Cálculo de Volumen de Mortero

Para conocer la cantidad de bolsas de cemento y arena a utilizar en el mortero se calcula el volumen de mezcla de mortero necesario para unir los ladrillos mediante la fórmula:

Volumen de mortero

= Volumen del muro – cantidad de bloques \* Volumen de bloque o ladrillo

Volumen del muro = Espesor del muro \* alto \* ancho

*Volumen del bloque = Cantidad de bloque* sin *desperdicio \* ancho \* alto \* largo* 

#### 2.2.3 Cálculo de Cantidad de Bolsas de Cemento

Se calcula la cantidad de bolsas de cemento de 42.5 kg necesarias mediante la fórmula:

Bolsas de Cemento= (Volumen de cemento necesario) / (Volumen de cemento por bolsa de cemento).

Seguido de multiplicar la cantidad de arena según la proporción que indique el usuario tomando en cuenta el porcentaje de desperdicios para cada material.

Se tiene en cuenta el porcentaje de desperdicios para cada material y multiplicar la cantidad necesaria por el costo que fija el usuario en la página.

#### 2.2.4 Cálculo de Materiales para Concreto

Para calcular volumen de concreto se multiplican las 3 dimensiones según la forma de la estructura a calcular, como columnas cuadradas, circulares, escaleras, láminas, repello o revoque.

La fórmula para calcular el volumen de concreto de una columna cuadrada es:

$$V = b^2 * h$$

Donde V es el volumen, b es la medida del lado de la base de la columna y h es la altura de la columna.

La fórmula para calcular el volumen de concreto de una columna circular es:

$$V = \pi * r^2 * h$$

Donde V es el volumen,  $\pi$  es una constante (aproximadamente 3.14), r es el radio de la columna y h es la altura de la columna.

Para calcular el volumen de una columna rectangular de concreto, se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = l * w * h$$

Donde V es el volumen de concreto, l es la longitud de la base de la columna, w es el ancho de la base de la columna y h es la altura de la columna.

Según la dosificación indicada y el precio de los materiales ingresados por el usuario, se realiza el cálculo correspondiente para obtener el costo total de los materiales necesarios para la construcción de la estructura.

Para calcular la cantidad de materiales de arena, cemento, grava y agua necesarios para la construcción de una estructura de concreto, se debe utilizar la dosificación indicada en el diseño y los siguientes pasos:

#### 2.2.5 Calcular la Cantidad de Cemento Necesaria:

Se multiplica la dosificación de cemento por el volumen total de concreto.

Cantidad de cemento = dosificación de cemento \* volumen de concreto

#### 2.2.6 Calcular la Cantidad de Arena Necesaria:

Se multiplica la dosificación de arena por la cantidad de cemento obtenida en el paso anterior.

Cantidad de arena = dosificación de arena \* cantidad de cemento

#### 2.2.7 Calcular la Cantidad de Grava Necesaria:

Se multiplica la dosificación de grava por la cantidad de cemento obtenida en el paso 1.

Cantidad de grava = dosificación de grava \* cantidad de cemento

## 2.2.8 Calcular la Cantidad de Agua Necesaria:

Se multiplica la dosificación de agua por la cantidad de cemento se obtiene en el paso 1.

Cantidad de agua = dosificación de agua \* cantidad de cemento

La fórmula general para calcular la cantidad de cada material es:

#### Cantidad de material = dosificación del material \* cantidad de cemento

#### 2.2.9 Descripción del Menú Lateral de la Aplicación Web Ingmaster

La aplicación web "Ingmaster" proporciona acceso a reglamentos indispensables para el diseño y construcción de estructuras, tales como el Reglamento Nacional de Construcciones (RNC) y las normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM). Estos reglamentos son de gran utilidad para garantizar la seguridad, calidad y durabilidad de las estructuras construidas con la ayuda de la aplicación web. Además, la inclusión de estos reglamentos en la plataforma permite a los usuarios mantenerse actualizados sobre los estándares de construcción y las mejores prácticas en la industria de la construcción.

Se complementa el acceso a reglamentos con herramientas digitales online como SketchUp, Autodesk Viewer y Google Earth, que permiten a los usuarios visualizar y analizar modelos tridimensionales de sus proyectos de construcción desde cualquier lugar y en cualquier momento. Además, se proporcionan enlaces a canales de video tutoriales especializados en el uso de estas herramientas, lo que brinda a los usuarios la oportunidad de aprender y mejorar sus habilidades en diseño y modelado de estructuras de manera efectiva y práctica. Con la incorporación de estas herramientas digitales, Ingmaster proporciona una plataforma completa y eficiente para la construcción de proyectos de ingeniería civil, desde la planificación hasta la construcción y supervisión.

La sección de "Formulario" es una recopilación de fórmulas prácticas y esenciales utilizadas en la ingeniería civil, que están disponibles para los usuarios de Ingmaster. Este glosario de fórmulas es una herramienta útil y valiosa para los ingenieros civiles y estudiantes de esta disciplina, ya que les permite acceder rápidamente a una documentación completa y fácil de entender sobre las fórmulas más comúnmente utilizadas en la práctica de la ingeniería civil.

La sección de "Formulario" fue diseñada de manera interactiva y fácil de usar, lo que permite a los usuarios insertar los datos necesarios para cada fórmula y obtener

resultados precisos en cuestión de segundos. Además, se incluye una explicación detallada de cada fórmula, para que los usuarios puedan entender completamente su funcionamiento y aplicarlas correctamente en sus proyectos de construcción.

Con la incorporación de esta sección, Ingmaster es en una plataforma integral y completa para la ingeniería civil, desde la planificación y diseño hasta la construcción y supervisión. La sección de "Formulario" es una herramienta imprescindible para los ingenieros civiles y estudiantes de esta disciplina, y se suma la accesibilidad a reglamentos indispensables y herramientas digitales de visualización y modelado de proyectos.

#### 2.2.10 Cálculo de Acero

En la sección de acero, se calcula la cantidad de libras de alambre de amarre necesarias para el proyecto de construcción. Esto se hace en función del número de varillas de acero que se utilizan y del tamaño del paquete de alambre de amarre disponible en el mercado. La fórmula para calcular la cantidad de libras de alambre de amarre necesarias es la siguiente:

Cantidad de alambre de amarre (en libras) =  $(N \times L \times P \times 2) / Lp$ 

Donde:

N = número de varillas de acero

L = longitud de cada varilla (m)

P = peso específico del acero (kg/m)

Lp = longitud del paquete de alambre de amarre (m)

Esta fórmula se utiliza para calcular la cantidad de alambre de amarre necesario para unir las varillas de acero en una estructura. El resultado se expresa en libras, y depende del número de varillas, su longitud y el peso específico del acero utilizado. La longitud del paquete de alambre de amarre también es un factor importante para considerar, ya que determina cuánto alambre se puede utilizar antes de tener que abrir un nuevo paquete. Es importante tener en cuenta que se utiliza el factor de "2" en la fórmula ya que se debe doblar el alambre de amarre en cada punto donde se une una varilla de acero.

Para calcular la longitud total de las barras de acero que se utilizan en una estructura, se multiplica la cantidad de varillas necesarias por la longitud de cada una. La fórmula para calcular la longitud total de las barras de acero es:

Longitud total de las barras de acero  $= C \times L$ 

Donde:

C: Cantidad de varillas necesarias

L: Longitud de cada varilla de acero

Este cálculo es especialmente útil para estimar la cantidad total de acero necesaria para un proyecto y poder planificar la compra de materiales de manera más precisa.

Para calcular el peso total de la estructura de acero, se suman los pesos individuales de todas las piezas de acero que conforman la estructura. La fórmula para calcular el peso total de la estructura de acero es:

Peso total de la estructura de acero = P x Q

Donde:

P = Peso de cada pieza de acero

Q = Cantidad total de piezas de acero

Este cálculo es útil para estimar el costo total de la estructura de acero y planificar el transporte y la instalación de la estructura.

Para calcular la cantidad de varillas necesarias para armar una columna o viga, se divide la longitud de la columna o viga entre el espaciado deseado entre varillas. La fórmula para calcular la cantidad de varillas necesarias es:

Cantidad de varillas necesarias = L / S

Donde:

L = Longitud de la columna o viga

S = Espaciado entre varillas

Este cálculo es útil para planificar la cantidad de varillas necesarias para una estructura y para estimar el costo de los materiales necesarios.

Para calcular la cantidad de estribos necesarios para una estructura, se tomó en cuenta las medidas de la estructura, el diámetro de las varillas a utilizar y la longitud de la pata de los estribos. La fórmula para calcular la cantidad de estribos necesarios es:

Cantidad de estribos necesarios = (PE / LP) + 1

Donde:

PE = Perímetro de la estructura LP = Longitud de la pata del estribo

Además, se calcula la longitud de corte de las varillas para poder hacer los estribos. La fórmula para calcular la longitud de corte de las varillas es:

Longitud de corte de la varilla =  $(B \times 2) + (D \times 1.5)$ 

Donde B = Longitud de la pata del estribo

Donde D = Diámetro de la varilla

Estos cálculos son útiles para planificar la cantidad de estribos necesarios y para estimar el costo de los materiales y la mano de obra necesarios para la construcción de una estructura.

En cada una de las secciones donde se presentan cálculos para la construcción, se incluyen sugerencias a modo de comentario. Estos comentarios tienen como objetivo brindar más información y contexto al usuario, en referencia a los reglamentos de construcción RNC y de acero ASTM. De esta manera, se busca facilitar la comprensión y el uso de las herramientas de cálculo para la construcción.

#### 2.3 Diseño Metodológico

## 2.3.1 Tipo de Investigación

Este es un proyecto aplicativo, dado que está centrado en desarrollar una aplicación web dinámica denominada: **Ingmaster**, para facilitar el cálculo en asuntos prácticos de la construcción, cantidad de materiales y costos.

## 2.3.2 Diseño de navegación de Usuario

La aplicación web Ingmaster cuenta con una navegación intuitiva y fácil de usar para el usuario, basada en un menú lateral desplegable que presenta diferentes opciones. En el menú lateral se encuentran los siguientes ítems: Inicio, Formularios, Concreto, Cantidad de bloques, Acero, Sumar Precios, acceso a Autodesk Viewer, Sketchup, Google Earth y canales útiles de YouTube. Al hacer clic en alguno de estos ítems, el usuario es redirigido a la sección correspondiente de la aplicación. Además, la página principal cuenta con una sección de contenido en la parte central donde se muestra el nombre de la aplicación y una breve descripción de su objetivo. En resumen, la navegación de la aplicación Ingmaster está diseñada para proporcionar una experiencia fluida y fácil de usar para el usuario.

## 2.3.3 Análisis y Especificación de Requerimientos

En esta fase se recopilaron los fundamentos teóricos y parámetros establecidos en la Norma Nacional de la Construcción (RNC) y los métodos de cálculo que son necesarios para el concreto, precios y cantidad de materiales.

También se tienen en cuenta los estándares del American Society for Testing and Materials (ASTM) para asegurar la calidad y resistencia de los materiales utilizados en la construcción. Esta fase permite establecer una guía para profesionales y estudiantes de la carrera que hagan uso de la aplicación web, y así brindar una herramienta útil y completa para el cálculo de materiales de construcción en sus proyectos.

## 2.3.4 Diseño de la Aplicación Web "Ingmaster"

En esta etapa se realizó la estructura de los componentes de la aplicación web **"Ingmaster"** usando los requerimientos recopilados en la fase anterior y determinando como se organizan para proveer un sistema óptimo y funcional.

## 2.3.5 Codificación de Software

Durante esta fase, se llevó a cabo la codificación del sistema para la aplicación web Ingmaster. Se emplea el Entorno de Desarrollo Integrado de Visual Studio Code para la codificación de la interfaz de usuario y la lógica del sistema. En el *frontend*, se utilizan HTML y CSS para la presentación visual de la aplicación. En el *backend*, se empleó JavaScript para procesar los cálculos necesarios para la resolución de problemas de ingeniería civil. El objetivo de esta fase fue construir una aplicación práctica y eficiente que pueda ofrecer una solución sencilla para los usuarios en el cálculo de diversos problemas de ingeniería civil.

## 2.3.6 Prueba

En esta etapa se realizaron pruebas exhaustivas al sistema para asegurar su correcto funcionamiento y desempeño. Se consideraron los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de los requerimientos establecidos.
- Validación de resultados obtenidos mediante cálculos manuales y/o de proyectos de referencia.
- Tiempo de carga y velocidad de procesamiento de cálculos.
- Verificación de seguridad y estabilidad del sistema.
- Compatibilidad de la interfaz con diferentes navegadores y dispositivos.

## 2.3.7 Validación

Para la validación del programa, se llevó a cabo pruebas que cubren los siguientes aspectos:

- Verificación del cumplimiento de los objetivos y requerimientos establecidos en el diseño.
- Comprobación de la precisión de los resultados obtenidos mediante el uso de diferentes fórmulas, hojas de cálculos de Excel y cálculos manuales.
Validación del desempeño y eficiencia del sistema en comparación con otras herramientas similares.

#### 2.3.8 Implementación

Para la implementación del sistema, se siguieron los siguientes pasos:

- Subir los archivos de la aplicación a un servidor web (GitHub Pages).
- Realizar pruebas de funcionamiento y rendimiento en diferentes entornos y navegadores.
- Establecer una dirección web para que los usuarios puedan acceder al sistema de manera fácil y rápida.
- Documentar el proceso de implementación en la sección correspondiente de la tesis.

# 2.3.9 Análisis y Procesamiento de la Información

Aquí se detallan las herramientas que se utilizaron a lo largo del proyecto:

- Microsoft Office Word: Para la redacción de los documentos de presentación final de Protocolo y Tesis.
- Microsoft Office Visio: Para la elaboración de los diferentes diagramas.
- Blender: Para crear el modelado 3D y render del proyecto vivienda INVUR.
- Microsoft Office Excel: Para la realización de cálculos preliminares y de pruebas.
- Microsoft Office PowerPoint: Para la presentación final del sistema y su explicación.
- Visual Studio Code: Para la codificación del sistema.

# III. Creación de Aplicación de la Web Ingmaster

#### 3.1 Proceso de Creación

#### 3.1.1 Descarga del Programa Visual Studio Code

El proceso de creación de la aplicación web Ingmaster comenzó con la descarga del programa Visual Studio Code desde su página oficial, disponible de forma gratuita en el siguiente enlace <u>https://code.visualstudio.com/download</u> en una vez descargado, el software fue instalado en el ordenador para dar inicio al desarrollo.

#### 3.1.2 Instalación del Programa Visual Studio Code

Paso 1: Una vez descargado el archivo de instalación, se ejecuta como administrador archivo VSCodeUserSetup-x64-1.63.2.exe.

Paso 2: Leer y aceptar el acuerdo de licencia. Hacer clic en Next para continuar.

#### Figura 2

Acuerdo de Licencia de Software



Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Hacer clic en Instalar para iniciar la instalación.

# Figura 3

#### Ventana de Instalación de Software

statar - Philosoft Visual Studio Code (Oser)		
to para Instalar		
Ahora el programa está listo para iniciar la instalación de Visual Studio Code en s	u sistema.	
Haga clic en Instalar para continuar con el proceso o haga clic en Atrás si desea configuración.	revisar o cambiar	alguna
Tareas Adicionales:		~
Registrar Code como editor para tipos de archivo admitidos		
Agregar a PATH (disponible después de reiniciar)		
		Y
¢		>

Fuente: Elaboración propia

Durante el segundo paso de la instalación de Visual Studio Code, una barra de progreso se despliega en la pantalla. Esta barra muestra el avance del proceso de instalación, indicando cuánto tiempo resta para completar la configuración del software. Mientras la barra avanza gradualmente, el sistema está copiando los archivos necesarios y realizando las configuraciones pertinentes para asegurar una instalación correcta de Visual Studio Code en tu sistema.

Paso 4: El programa está instalado y listo para usar. Hacer clic en Finalizar para cerrar la ventana de instalación y abrir el programa.

#### Figura 4

Ejecutar Visual Studio Code



Fuente: Elaboración propia

Cuando la instalación de Visual Studio Code se completa, aparece una ventana que indica que el proceso ha finalizado. En esta ventana, se proporcionan opciones para finalizar la instalación, abrir la aplicación recién instalada o ejecutarla directamente.

Paso 5: Una vez finalizada la instalación, Visual Studio Code estará listo para ser utilizado. Al abrir el programa por primera vez, se pueden configurar preferencias adicionales según las necesidades del usuario, como temas, extensiones y atajos de teclado. Con estos pasos simples, el programa Visual Studio Code queda instalado en el sistema y listo para ser utilizado como entorno de desarrollo para proyectos de software

#### Figura 5

\_\_\_\_\_

Ventana de Bienvenida de Visual Studio Code



Fuente: Elaboración propia

# 3.2 Implementación de JavaScript, CSS Y HTML para Diseñar la Aplicación Web Ingmaster.

El siguiente paso consistió en la creación de la estructura fundamental de la aplicación utilizando HTML, JavaScript (JS) y CSS. Se diseñó un menú lateral que facilita la navegación del usuario a través de los diferentes módulos creados. Este menú proporciona una interfaz intuitiva y accesible para explorar las funcionalidades ofrecidas por Ingmaster. El código crea un menú de navegación con múltiples enlaces. Los enlaces en el menú navegan a diferentes páginas o sitios web externos que contienen muchas calculadoras útiles en la ingeniería civil.

#### Figura 6

Menú Lateral v Descripción de Módulos

	Formulario: En este módulo se realizan diferentes
	conversiones de unidades, para volumen, longitud, presión,
	masa.
MINICIO	Concreto: Este módulo cuenta con muchas calculadoras
X <sup>1</sup> Formularios	útiles para calcular volumen de concreto, dosificación y diseño
	de mezcla, una sección con acceso a la norma RNC-2007.
📛 Concreto 🛛 🔻	Cantidad de Bloques: En este módulo se calculan con gran
Confided de blowies	precisión la cantidad de bloques o ladrillos necesarios,
Cantidad de bioques	también brinda los resultados de cantidad y costo de
Acero -	materiales como cemento, arena, bloque.
11010	Acero: En este apartado se puede calcular el costo, peso y
Sumar Precios	cantidad de acero que es necesario en obra. También cuenta
	con el enlace directo a las normas de Acero en su página
Otros Cálculos	oficial
	Sumar Precios: En este módulo se pueden sumar todos los
Autodesk Viewer	resultados de costos de materiales calculados en las demás
	secciones.
Sketchup	Videos Tutoriales: En este módulo se encuentra una galería
Out of Faith	de imágenes que describen a muchos canales útiles de
Google Eann	YouTube sobre ingeniería civil.
Video Tutoriales	Entre otros enlaces a náginas externas: Otros cálculos
	Sketchun Google Earth viel visor de Autodesk Viewer
	oreconup, obogie Latti y el visor de Autodesk Viewel.

#### 3.2.1 Estructura De Etiquetado HTML

#### Figura 7

Archivos HTML



El segundo paso que se realizó para la creación de la aplicación web **Ingmaster** es su estructura, para este paso se usa el sistema de etiquetado de HTML.

Una vez completada la creación del menú en HTML, el siguiente paso implica la elaboración de los archivos HTML individuales para cada uno de los módulos.

En cada uno de estos archivos, se define la estructura HTML que representa lo que el usuario visualizará en pantalla. Además, se incluye el código JavaScript para aplicar fórmulas en los cálculos de cantidad y costo de materiales de cada módulo y animaciones en las ventanas, así como el CSS para estilizar y definir los tamaños y colores de los elementos que componen los formularios.

Este proceso permitió construir la aplicación de manera progresiva, integrando cada módulo con su funcionalidad específica y su aspecto visual.

Para más detalle del desarrollo del programa y su código fuente revisar en el repositorio mediante el siguiente enlace <u>https://github.com/Serm4r/INGMASTER</u>

# Figura 8

Código QR del Repositorio



Fuente: Elaboración propia

# 3.3 Integración de Herramientas de Cálculo en Línea Existentes

# 3.3.1 Página de Múltiples calculadoras de Ingeniería

En el siguiente módulo del menú lateral se obtienen **otros cálculos,** el cual abre el siguiente enlace: <u>https://www.civil-engineering-calculators.com/</u>

Figura 9

Menú Lateral otros Cálculos



Este comando se dirige a una página calculadora de Ingeniería Civil entre otras áreas donde se encuentra una variedad de calculadoras para el uso práctico de la construcción. Cuenta con explicación y el paso a paso de las fórmulas aplicadas.

#### 3.3.2 Visor de Autodesk

En el siguiente apartado se encuentra con el visor de Autodesk. Al hacer clic abre el siguiente enlace: <u>https://viewer.autodesk.com/</u>

#### Figura 10

Menú Lateral Visor de Autodesk



Esta se dirige a la página donde podemos hacer la visualización del diseño a elegir para hacer los cálculos en dicha página.

#### 3.3.3 SketchUp

En el siguiente apartado del menú lateral esta Sketchup, al hacer clic abre el siguiente enlace: https://www.sketchup.com/es/plans-and-pricing/sketchup-free

#### Figura 11

Menú lateral Sketchup



Los usuarios pueden acceder a tutoriales, documentación técnica, galerías de proyectos inspiradores, y descargar versiones gratuitas o de pago del software SketchUp para comenzar a diseñar y modelar en 3D. Además, la página oficial de SketchUp proporciona acceso a la comunidad de usuarios, donde los diseñadores pueden compartir sus proyectos, colaborar en proyectos conjuntos y obtener feedback y soporte de otros miembros de la comunidad.

# 3.3.4 Google Earth

En la siguiente opción del menú lateral esta Google Earth, al hacer clic abre el siguiente enlace: https://www.google.com/intl/es-419/earth/about/

# Figura 12

Menú Lateral Google Earth

Visor de Autodesk	
🐡 boceto	
Google Earth	
Tutoriales en vídeo	
Fuente: Elaboración propia	

Para encontrar una localización de un área perimetral al hacer clic en Ejecutar Earth abre otra pestaña en el navegador con el modelo 3d del planeta con herramientas para medir y explorar la zona que se desee..

#### 3.3.5 Canales de Videos Tutoriales de YouTube

En última opción esta Videos Tutoriales, al hacer clic abre una nueva pestaña con la presentación de 10 canales de YouTube, lleno de información práctica, consejos y análisis detallados sobre construcción, análisis estructural, y diversos aspectos relacionados con la arquitectura. Desde tutoriales detallados sobre el uso de materiales de construcción hasta análisis estructurales profundos, estos canales abordan una amplia gama de temas relevantes para profesionales y entusiastas. La variedad de contenido incluye guías sobre la selección de materiales, consejos para optimizar la eficiencia en la construcción, y exploraciones en profundidad sobre tendencias arquitectónicas y diseño innovador.



Menú lateral Videos Tutoriales



Además, estos videos tutoriales no solo se centran en la teoría, sino que también ofrecen información práctica y experiencias del mundo real. Descubre la última tecnología en construcción, aprende a utilizar nuevos materiales de manera eficiente y mantente actualizado sobre las últimas tendencias en arquitectura, todo esto al alcance de un clic.

#### 3.4 Control de Versiones del Repositorio en GitHub

Se tiene un conjunto de archivo y capetas, las cuales se suben a un repositorio libre y gratuito para hacer uso del control de versiones y modificar esta plataforma web, añadiendo más funciones y optimizando las ya existentes.

El enlace del repositorio es el siguiente: https://github.com/Serm4r/INGMASTER

#### Figura 14

Repositorio GitHub y Código QR del Repositorio

우 main ▾ 우 1 Branch ⓒ 0 Tags		
Serm4r Initial commit		
CSS		
Doc		
HTML		
MG		
JS		
🗋 index.html		

En el repositorio de la aplicación web Ingmaster, los usuarios tienen la posibilidad de explorar todos los archivos que componen la aplicación. Además, tienen la opción de modificar cualquier archivo una vez inicien sesión en GitHub con su correo electrónico. También pueden acceder al repositorio escaneando el código QR proporcionado.



Fuente: Elaboración propia

# 3.5 Procedimiento de Implementación en GitHub Pages

Para la puesta en marcha de la aplicación Ingmaster, se utilizó GitHub Pages como plataforma de alojamiento. GitHub Pages permite hospedar sitios web estáticos directamente desde un repositorio de GitHub, facilitando la accesibilidad a la aplicación desde cualquier navegador web.

# 3.5.1 Creación del Repositorio en GitHub

Se creó un repositorio en GitHub llamado ingmaster.github.io para albergar el código fuente y los archivos de la aplicación.

# 3.5.2 Configuración de GitHub Pages

Se configuró la rama gh-pages del repositorio para que GitHub Pages pueda utilizar el contenido de esta rama como la fuente del sitio web. Además, se verificó que la opción de GitHub Pages esté habilitada en la configuración del repositorio.

# 3.6 Despliegue Automático

Cada vez que se realiza una actualización en el repositorio, GitHub Pages se encarga automáticamente de compilar y desplegar la aplicación, proporcionando un enlace accesible al público.

# 3.7 Acceso a la Aplicación

La aplicación Ingmaster está disponible para su acceso público a través del siguiente enlace: https://serm4r.github.io/ingmaster.github.io/.

Este enlace dirige a los usuarios directamente al sitio web alojado en GitHub Pages, proporcionando una forma conveniente de explorar y utilizar la aplicación.

Con la implementación exitosa en GitHub Pages, la aplicación Ingmaster se vuelve accesible y fácil de compartir con la comunidad de ingeniería civil y otros interesados.

GitHub Pages proporciona un dominio predeterminado en la forma nombre-deusuario.github.io, donde "nombre-de-usuario" es tu nombre de usuario en GitHub. Sin embargo, también puedes usar un dominio personalizado configurando la configuración adecuada en tu repositorio y registrando tu propio dominio. También se puede acceder a la aplicación **Ingmaster** escaneando el siguiente código QR.

# Figura 15

Código QR de Acceso a la Aplicación web Ingmaster



#### IV. Validación de Resultados

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos a través de la comparación de datos generados por aplicación web y los procesados utilizando tablas de Excel programadas. Estas tablas fueron diseñadas específicamente para facilitar la visualización y el análisis de los datos recopilados durante el estudio, ambos conjuntos de datos fueron sometidos a un análisis detallado para evaluar su la exactitud.

#### 4.1 Descripción del Proyecto

#### 4.1.1 Localización

El proyecto **construcción de viviendas con INVUR** se encuentra Ubicado en municipio de Madriz comunidad de San Lucas, El municipio de San Lucas se encuentra a 227 kilómetros de la ciudad de Managua. Limita al norte con Somoto, al sur con Las Sabanas, al este con Pueblo Nuevo y al oeste con la República de Honduras.

#### 4.1.2 Microlocalización

#### Figura 16

Mapa de Microlocalización



Fuente: Mapa de las empresas turísticas registradas en Instituto Nicaragüense de Turismo INTUR

#### 4.1.3 Macrolocalización

# Figura 17

Macrolocalización



Fuente: Elaboración propia

El mapa de macro localización ofrece una visión panorámica del proyecto de vivienda INVUR en San Lucas, Madriz. Este proyecto, compuesto por casas de bloques, se distribuyen en varios puntos de la comunidad.

# 4.1.4 Dimensiones de la Vivienda

Con el objetivo de respaldar la confiabilidad de la aplicación, se hizo un riguroso proceso de validación utilizando como caso de estudio la vivienda perteneciente al Proyecto INVUR (Instituto de la Vivienda Urbana y Rural). Este ejercicio incluyó la creación de un modelo tridimensional detallado en la plataforma de diseño Blender, proporcionando así una representación visual y precisa para una comprensión más profunda.

Durante la fase de validación, se compararon minuciosamente las dimensiones obtenidas del modelo 3D con las medidas reales de la vivienda del Proyecto INVUR, las cuales fueron directamente extraídas de los planos proporcionados.

La cual cuenta con las siguientes medidas.

#### • Sala- comedor

1 pared: 4.00 m ancho x 2.43 m alto - 48cm pico del techo

# Figura 18

Modelo 3D de Sala y Comedor (Blender)



# • Dormitorios

# 1 pared: 7.05m ancho x 2.43m alto – 48cm pico del techo Figura 19

Modelo 3D de Dormitorio (Blender)



# • Pared Frontal y Trasera de Sala-Comedor

2 paredes: 3.20m ancho x 2.43m alto

# Figura 20

Modelo 3D de Pared Frontal y Trasera (Blender)



Fuente: Elaboración propia

# • Pared Frontal y Trasera de Dormitorios

2 paredes: 2.55m ancho x 2.43m alto

# Figura 21

Modelo 3D de Pared Frontal y Trasera de Dormitorios

(Blender)



Fuente: Elaboración propia

• Zapata Corrida

Dimensiones: 40cm ancho x 20cm alto x 25.6m longitud

# Figura 22

Modelo 3D de Pared Frontal y Trasera de Dormitorios (Blender)



Fuente: Elaboración propia

Detalle de Zapata Corrida



Fuente: Detalles estructurales facilitados por INVUR

# • Detalles de Vigas

Viga intermedia Concreto de 3,000 psi de 0.19m x 0.14m x 26.95m

# Figura 24

Detalle de Viga Intermedia V1/VD-1



Fuente: Detalles estructurales facilitados por INVUR

Viga Corona de Concreto de 3,000 psi de 0.10m x 0.15m x 25.6m

# Figura 25

Detalle de Viga Corona VC-1



Fuente: Detalles estructurales facilitados por INVUR

# • Dimensiones de Puertas y Ventanas

2 puertas Metálicas con 8 taleros 2.10m x 0.90m

# Figura 26





Fuente: Detalles estructurales facilitados por INVUR

8 ventanas tipo corrediza con vidrio claro de 1.00m x 1.00m

# Figura 27

Detalle de Ventana Corrediza de 1.00m x 1.00m



Fuente: Detalles estructurales facilitados por INVUR

1 ventana tipo celosía, con paletas de vidrio de 1.15m x 0.40m

# Figura 28

Detalle de Ventana Tipo Celosía 1.15m x 0.40 m



Fuente: Detalles estructurales facilitados por INVUR

# 4.1.5 Alcances de Proyectos

- Área de trabajo de 38 m<sup>2</sup>.
- La vivienda está compuesta por un área para sala y comedor un corredor y un área de dormitorios y baño.
- Construcción de fundaciones con concreto de resistencia de 3000 psi
- Construcción de paredes de mampostería reforzada de bloque de dimensiones (15cmx20cmx40cm).
- Mortero para mampostería de proporción 1:3.
- Relleno de refuerzo en esquinas de resistencia 2500 psi (175kg/cm<sup>2</sup>).
- Acero estructural de refuerzo de 3/8" y acero para estribos de 1/4".
- Construcción de viga dintel y vigas intermedia concreto estructural de resistencia de 3000 psi (210 kg/cm<sup>2</sup>)
- Construcción de piso de concreto pobre de resistencia 2000 psi.
- Repello Grueso de espesor 1 cm y proporción 1:5.
- Repello Fino de espesor 0.3 cm y proporción 1:6.

# 4.2 Cálculo de Cantidad y Costos de Materiales

Para la elaboración de los cálculos se realizó mediante el método convencional de tablas programas de Excel y así poder comparar los resultados con la aplicación web lngmaster.

# Tabla 1

Costo General de Materiales (Excel)

COSTO DE MATERIALES				
Materiales	Cantidad	Costo (C\$)		
Acero de refuerzo 3/8	qq	2333.37		
Acero de refuerzo 1//4	qq	2124.44		
Alambre de Amarre No. 18	lb	40		
Cemento	Bolsas 42.5 (kg)	390		
Arena colada	m <sup>3</sup>	1100		
Arena	m <sup>3</sup>	1000		
Arenilla	m <sup>3</sup>	1300		
Grava	m <sup>3</sup>	1600		

Fuente: Elaboración propia

#### Tabla 2

Costo de Varillas de Acero (Excel)

	COSTO DE ACERO							
Мес	dida	Peso	Longitud	Peso de Varillas	Costo varilla X Ib	Costo Unitario	Cantidad de varillas qq	Precio Quintal
mm	pulg	Kg/m	(m)	(lb)	(C\$)	(C\$)	unidades	(C\$)
9.52	3/8"	0.56	6.00	7.41	22.50	166.67	14.00	2333.37
6.4	1/4"	0.25	6.00	3.29	21.50	70.81	30.00	2124.44

# 4.3 Fundaciones

#### 4.3.1 Volumen de Zapata

Los siguientes datos se toman en base a las especificaciones de la obra.

Para calcular concreto, se inició con el volumen de concreto para zapata.

Zapata corrida: 40cm ancho x 20cm alto x 26.20m longitud

# Figura 29

Modelo 3D Zapata Corrida (Blender)



Fuente: Elaboración propia

# Tabla 3

Cálculo de Volumen de Concreto (Excel)

Elemento	Longitud (m)	Alto (m)	ancho(m)	Cantidad	Volumen Concreto (m <sup>3</sup> )	de
ZC-1	26.20	0.20	0.40	1.00	2.10	

Fuente: Elaboración propia

# Figura 30

Cálculo de Volumen de Zapata Corrida (Ingmaster)

# CÁLCULO DE VOLUMEN EN VIGAS<br/>Y COLUMNASCalculo para Escaleras Calculo para columnas cilíndricasZapata Corrida ZC-110.20.426.2Volumen: 2.10 m³

Fuente: Elaboración propia

# 4.3.2 Cálculo de Cantidad de Concreto en Zapata Corrida

#### Tabla 4

**Copiar Resultado** 

Dosificación de Concreto de 3000 PSI (210 kg/cm<sup>2</sup>) para Fundaciones (Excel)

Agregar Elemento

Material	Dosificación 1:2:3.5	Volumen/Bolsas	% Desperdicio	Total, de Bolsa/ (m³)	Observacion es
cemento	320.00	672.00	0	16.00	Bolsas de Cemento 42.5 Kg
Arena	0.52	1.09	0	1.09	m <sup>3</sup>
Grava	0.90	1.89	0	1.89	m <sup>3</sup>
Agua	200.00	420.00	0	420.00	Litros

Dosificación de Concreto para Fundaciones y Costos Totales (Ingmaster)

Ξ		եղ	F
Calcu	adora de Dosificació	n de Concreto	
<u>Calcular Volumen</u> Cantidad de Concreto (m³): 2.1	Resultados Resistencia del Cor	nereto: (210 Ka/cm2) 3000 PSI - 20 MPA	
Precio bolsa de cemento: 390	Cantidad de Cemer Bolsas de Cemerto	ito: 672.00 kg (42.5 kg): 16 bolsas	
Precio de Arena (m³): 1000	Cantidad de Arena: Cantidad de Grava: Costo de Cemento: Costo de Arena: C\$	1.092m <sup>3</sup> - 1747.20 kg 1.8900000000000001m <sup>3</sup> - 3402.00 kg C\$6240.00 1092.00	
Precio de Grava (m³): 1600	Costo de Grava: C Agua: Entre 420.00 Total: C\$ 10356.00	3024.00 y 445.20 litros	
Proporciones:			
1:2:3.5 V Mostrar TABLA Calcular Dosificación	Copiar Resultados		

Fuente: Elaboración propia

# 4.3.3 Cálculo de Cantidad de Acero en Zapata Corrida

# Tabla 5

Cantidad de Varillas 3/8" (Excel)

Elemento	Longitud (m)	No. de refuerzos (und)	Longitud de Varillas (m)	Kg/m	Peso (kg)	Distancia de Traslapé (m)	Cantidad de Traslape (m)	Longitud total (m)	Cantidad de varillas (ud)
ZC-1	26.20	4.00	6.00	0.56	67.20	0.76	3.04	116.96	20
CANTIDAD DE VARILLAS PRINCIPALES DE 3/8"						20			



Cálculo de Acero en Zapata Corrida (Ingmaster)

Fuente: Elaboración propia

#### Tabla 6

Costos Totales en Fundaciones (Excel)

Descripción	U/M	Cantidad 1 vivienda	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
			Material	Costo total. C\$
FUNDACIONES (ZC)	m3	2.10		13,689.40
Acero de refuerzo 3/8"	c/u	20.00	166.67	3,333.40
Cemento	bol	16.00	390.00	6,240.00
Arena	m³	1.09	1,000.00	1,092.00
Grava	m³	1.89	1,600.00	3,024.00

Costo de Acero en Fundaciones (Ingmaster)



Fuente: Elaboración propia

Sumatoria de Costos Totales de Fundaciones (Ingmaster)



Fuente: Elaboración propia

#### Tabla 7

Comparación de Resultado de Fundaciones

COMPARACIÓN DE RESULTADOS				
Método	Costo total de fundaciones			
Excel	C\$13,689.40			
Ingmaster	C\$13,690.39			

#### 4.4 Estructuras de Concreto

#### 4.4.1 Cálculo de Volumen de Concreto en Vigas (VI-1, VD-1 Y VC-1)

#### Tabla 8

Cálculo de Volumen de Concreto en Vigas (Excel)

Elemento	Longitud (m)	Alto (m)	ancho(m)	Cantidad	Volumen de Concreto (m <sup>3</sup> )
VI-1	26.80	0.10	0.12	1.00	0.32
VD-1	26.20	0.10	0.12	1.00	0.31
VC-1	26.20	0.10	0.15	1.00	0.39
	1.02				

Fuente: Elaboración propia

#### Figura 35

Cálculo de Volumen de Vigas (Ingmaster)



# Tabla 9

Material	Dosificación 1:2:3.5	Volumen/bolsas	Desperdicio (%)	Total, Bolsas/m <sup>3</sup>	observación
Cemento	320	7.68	0	8	Bolsas de cemento 42.5 kg
Arena	0.52	0.530	0	0.530	m <sup>3</sup>
Grava	0.90	0.918	0	0.918	m <sup>3</sup>
Agua	200	204	0	204	Litros

Dosificación de Concreto de 3000 PSI (280 Kg/Cm<sup>2</sup>) en Vigas (Excel)

Fuente: Elaboración propia

#### Figura 36

Cálculo de Dosificación, Materiales y Costos Totales en Estructura de Concreto (Ingmaster)



# 4.4.2 Cálculo de Cantidad de Acero para Vigas VI-1, VD-1 y VC-1

# Tabla 10

Cálculo de Cantidad de Acero 3/8" en Vigas (Excel)

Eleme nto	Longit ud (m)	No. de refuerz os	Longitud de Varillas (m)	Kg/m	Peso (kg)	Distancia de Traslapé (m)	Cantida d de Traslap é (m)	Longit ud total (m)	Cantidad de varillas (m)
VI-1	26.80	1.00	6.00	0.56	16.80	0.76	3.04	29.84	5
VD-1	26.20	1.00	6.00	0.56	16.80	0.76	3.04	29.24	5
VC-1	26.20	2.00	6.00	0.56	33.60	0.76	3.04	58.48	10
CANTIDAD DE VARILLAS PRINCIPALES DE 3/8									20

Fuente: Elaboración propia

#### Tabla 11

Cálculo de Cantidad de Acero 1/4" en Vigas (Excel)

Elemen to	Longitud (m)	Longitu d de Varillas (m)	Kg/m	Peso (kg)	Longitu d de varillas (m)	Distancia entre Estribos (m)	No. Estribos	Distanci a de Corte de estribos (m)	Cantida d de varillas
VC-1	26.20	6.00	0.249	17.9 3	26.20	0.15	175.00	0.40	12.00
CANTIDAD DE VARILLAS PARA ESTRIBOS DE 1/4									

#### Tabla 12

Cálculo de Cantidad de Alambre de Amarre en VC-1 (Excel)

Elemento	No. Estribos	No. Elementos	Distancia de corte (m)	ml/lb	Lb de alambres de amarre
VC-1	175.00	2.00	0.50	46.73	4.00
тот	4.00				

Fuente: Elaboración propia

#### Figura 37

Cálculo de Acero en Vigas VI-1 y VD-1 (Ingmaster)



Fuente: Elaboración propia
Cálculo de Acero de 3/8", 1/4" y Costos de Alambre de Amarre en Vigas VC-1 (Ingmaster)



Costo de Acero 3/8" en Vigas (Ingmaster)

Calc	ula	dora o	de Peso d	le A	cero	
		Diámet	tro de la Varilla:			
		3/8 (	9.52 mm) 🗸			
		Cantid	lad de Varillas:			
			20			
		Longitud de	e la Varilla (metros):			
			6			
		Precio p	por Quintal (C\$):			
		2	2334.22			
	(	Cantidad de	Varillas por Quinta	l:		
			14			
		Res	sultados			
	Peso del Acero: 67.20 kg Costo del Acero: C\$3334.60					
		Calcular	Copiar Resultados			

Fuente: Elaboración propia

Costo de Acero 1/4" en Vigas (Ingmaster)



Fuente: Elaboración propia

Sumatoria de Costos en Estructura de Concreto (Excel)

Descripción	U/M	Cantidad 1 vivienda	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$	
			Material	Costo total. C\$	
ESTRUCTURA DE CONCRETO	m3	1.02		9,462.32	
VIGAS (VI-1, VD-1 Y VC-1)				-	
Acero de Refuerzo 3/8"	c/u	20.00	166.67	3,333.40	
Acero de Refuerzo 1/4"	c/u	12.00	70.81	849.72	
Alambre de Amarre No. 18	lbs	4.00	40.00	160.00	
Cemento	bol	8.00	390.00	3,120.00	
Arena	m³	0.530	1,000.00	530.40	
Grava	m <sup>3</sup>	0.918	1,600.00	1,468.80	

Fuente: Elaboración propia

### Figura 41

Sumatoria de Costos Estructura de Concreto (Ingmaster)



Fuente: Elaboración propia

Comparación de Resultados Estructuras de Concreto (Excel)

COMPARACIÓN DE RESULTADOS						
Método Costo Total de Estructura de concr						
Excel	C\$9,462.32					
Ingmaster	C\$9,462.37					

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 Refuerzos en Paredes

### 4.5.1 Cálculo de Volumen de Concreto en Huecos de Bloques

Este proyecto cuenta con 8 esquinas donde se rellenan tres huecos de bloque con dimensiones 13.5 cm x 8 cm a lo largo de la pared. Con esta información, se calcula el volumen de concreto necesario.

### Figura 42





Detalles estructurales facilitados por INVUR

Volumen de 24 Huecos	de Bloque	(Excel)
----------------------	-----------	---------

Elemento	Longitud (m)	Alto (m)	ancho(m)	Cantidad	Volumen de Concreto (m³)
Relleno de huecos de bloques	0.135	2.72	0.08	24.00	0.71

Fuente: Elaboración propia

### Figura 43

Volumen de 24 Huecos de Bloques (Ingmaster)

# CÁLCULO DE VOLUMEN EN VIGAS Y COLUMNAS

Calculo para Escaleras Calculo para columnas cilíndricas

Relleno de huecos de bloqu		24	
2.72		0.08	
0.135		Volumen: 0.71 n	1 <sup>3</sup>
Agregar Elemento	С	opiar Resultado	

Dosificación de Relleno en Huecos de Bloques a 2700 PSI (Excel)

Material	Dosificación 1:2:3.5	Volumen/bolsas	Total, Bolsas/m3	observación
Cemento	280	4.68	5	Bolsas de cemento 42.5 kg
Arena	0.55	0.3905	0.39	m <sup>3</sup>
Grava	0.89	0.6319	0.619	m <sup>3</sup>
Agua	200	142	142	Litros

Fuente: Elaboración propia

### Figura 44

Cálculo de Dosificación y Costos en Relleno de Huecos de Bloques (Ingmaster)



### 4.5.2 Cálculo de Cantidad de Acero en Huecos de Bloques

De acuerdo con las especificaciones del proyecto, es fundamental reforzar la estructura en 66 huecos siguiendo el diseño de las fundaciones. Para este propósito, se emplearán varillas de refuerzo de 3/8" de pulgada. Cada uno de estos espacios cuenta con una altura de 2.93 metros y requiere un gancho de anclaje de 30 centímetros, lo que determina una longitud necesaria de 3.23 metros por hueco.

Considerando que las varillas tienen una longitud de 6 metros, se deduce, tras el cálculo, que se requerirán 36 varillas de 3/8" de pulgada para cubrir los 66 huecos del proyecto.

66 huecos \* 3.23m de longitud requerida/6m de cada varilla = 36 Varillas

#### Figura 45



Detalle de refuerzo







Detalles estructurales facilitados por INVUR

Cálculo de Cantidad de Varillas 3/8" en Refuerzo Vertical (Excel)

Elemento	Longitud (m)	No. de refuerzos	Longitud de Varillas (m)	Kg/m	Peso (kg)	Longitud total (m)	Cantidad de varillas (m)
Refuerzo Vertical	3.23	66.00	6.00	0.56	120.96	213.18	36

Fuente: Elaboración propia

### Tabla 18

Cálculo de Cantidad de Varillas de 1/4" en Refuerzo Vertical (Excel)

Elemento	Longitud (m)	Longitud de Varillas (m)	Kg/m	Peso (kg)	Longitud de varillas (m)	No. Estribos	Distancia de Corte de estribos (m)	Cantidad de varillas
Refuerzo Vertical	0.60	6.00	0.249	5.98	24.00	40.00	0.60	4.00
CANTIDAD DE VARILLAS PARA ESTRIBOS DE 1/4"								

Fuente: Elaboración propia

### Tabla 19

Cálculo de Cantidad de Libras de Alambre de Amarre en Refuerzo Vertical (Excel)

Elemento	No. Estribos	No. Elementos	Distancia de corte (m)	m/lb	lb de alambres de amarre	
Refuerzo Vertical	40.00	3.00	0.50	46.73	2.00	
TOTAL, LB DE ALAMBRE DE AMARRE						

Cálculo de Varillas de Refuerzo y Costo de Alambre de Amarre (Ingmaster)



Fuente: Elaboración propia

Cálculo de Costos de Varillas de 3/8" Refuerzo Vertical (Ingmaster)



Fuente: Elaboración propia

Cálculo de Costos de Varillas de 1/4" para Estribos en Refuerzo Vertical (Ingmaster)

Calc	ula	Diáme Diáme 1/4 ( Cantic	tro de la Varilla: 6.4 mm) 🗸	) de	A	cero
			4		\$	
		Longitud de	e la Varilla (met	ros):		
			6			
		Precio p	oor Quintal (C\$)	):		
		1	2124.44			
	(	Cantidad de	Varillas por Qu	iintal:		
			30			
		Re	sultados			
		Peso de Costo de	el Acero: 5.98 k Acero: C\$283.	g 26		
		Calcular	Copiar Resultat	dos		

Fuente: Elaboración propia

Sumatoria de Costos de Refuerzos en Paredes (Excel)

Descripción		Cantidad 1 vivienda	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
			Material	Costo total. C\$
REFUERZO EN PAREDES	m <sup>3</sup>	0.71		9,714.90
Refuerzo y llenado en bloques				-
Acero de Refuerzo 3/8"	c/u	36.00	166.67	6,000.12
Acero de Refuerzo 1/4"	c/u	4.00	70.81	283.24
Alambre de amarre No. 18	libras	2.00	40.00	80.00
Cemento	bolsas	5.00	390.00	1,950.00
Arena	m <sup>3</sup>	0.3905	1,000.00	390.50
Grava	m <sup>3</sup>	0.6319	1,600.00	1,011.04

Fuente: Elaboración propia

### Figura 50

Sumatoria de Costos Totales en Refuerzo de Paredes (Ingmaster)



COMPARACIÓN DE RESULTADOS					
Método Costo Totales refuerzos en paredes					
Excel	C\$9,714.90				
Ingmaster	C\$9,714.89				

Comparativa de Costos Totales de Refuerzo en Paredes (Excel)

Fuente: Elaboración propia

### 4.6 Mampostería Reforzada

### 4.6.1 Cálculo de Mampostería Reforzada

Se ingresan las medidas precisas de las paredes en el formulario de cálculo. Esto incluye la longitud y altura de cada pared, lo que establece la base para la estimación de la cantidad requerida de bloques.

Para obtener un cálculo más preciso, se resta el área ocupada por ventanas y puertas en cada pared. Esta consideración se realiza para evitar incluir bloques en áreas donde no son necesarios debido a las aberturas existentes

### Tabla 22

Cálculo de área de Mampostería (Excel)

Ítem	Elemento	Largo(m)	Alto	Cantidad	Áreas	Ventanas	Puertas	Otros	Área de
			(m)		(m²)				Mampostería
1	Pared 1 Eje A	3.20	2.43	1.00	7.78	1.00	0.00	0.00	6.78
2	Pared 2 Eje B	2.55	2.43	1.00	6.20	1.00	1.89	0.00	3.31
3	Pared 3 Eje E	2.55	2.43	1.00	6.20	1.00	1.89	0.00	3.31
4	Pared 4 Eje F	3.20	2.43	1.00	7.78	1.00	0.00	0.00	6.78
5	Pared 5 Eje 1	4.00	2.43	1.00	9.72	2.00	0.00	0.96	8.68
6	Pared 6 Eje 2	3.05	2.43	1.00	7.41	0.00	0.00	0.00	7.41
7	Pared 7 Eje 3	7.05	2.43	1.00	17.13	0.46	0.00	1.69	18.36
AREA TOTAL DE MAMPOSTERIA (m <sup>2</sup> )							54.63		

Fuente: Elaboración propia

		•	,				
CÁLCULC	D DE ÁREAS						
Pared 1 EJE A	1	2.43	3.20	Área: 7.78 m <sup>2</sup>			
Copiar Resultado	Agregar Cálculo						
Pared 2 EJE B	1	2.43	2.55	Área: 6.20 m <sup>2</sup>			
Copiar Resultado	Agregar Cálculo						
Pared 3 EJE E	1	2.43	2.55	Área: 6.20 m <sup>2</sup>			
Copiar Resultado	Agregar Cálculo				Sumar Todo	Copiar Todo	Total de áreas: 35 37 m <sup>2</sup>
Pared 4 EJE F	1	2.43	3.20	Årea: 7.78 m <sup>2</sup>			00.01 111
Copiar Resultado	Agregar Cálculo						
Pared 6 EJE 2	1	2.43	3.05	Área: 7.41 m <sup>2</sup>			
Copiar Resultado	Agregar Cálculo						
	-	-	-				

Cálculo de Áreas en Paredes de Mampostería (Ingmaster)

Fuente: Elaboración propia

# Figura 52

Cálculo Pared 5 Eje 1 con Cumbrera en Mampostería (Ingmaster)

	Calculadora de Cantidad de Bloques para Pared			
Árra: 10 60 m²	Nombre de la Pared: Par Cantidad de Paredes:	ed 5 EJE 1		
Area: 10.68 m <sup>2</sup>	Alto de la Pared (metros):	2.43		
	Ancho de la Pared (metros):	4		
	Altura del Techo (metros):	0.48		

Fuente: Elaboración propia

### Figura 53

Cálculo de Pared 7 Eje 3 con Cumbrera en Mampostería (Ingmaster)

	Calculadora de Cantidad de Bloques para Pared				
Área: 18.82 m²	Nombre de la Pared: Cantidad de Paredes:	Pared 7 EJE 3			
	Alto de la Pared (metros):	2.43			
	Ancho de la Pared (metros):	7.05			
	Altura del Techo (metros):	0.48			





Cálculo de Áreas Negativas de Puertas y Ventanas (Ingmaster)



Áreas de Mamposteria =  $35.37m^2 + 10.68m^2 + 18.82m^2 - 10.24m^2 = 54.63m^2$ 

### 4.6.2 Cálculo de la Cantidad de Bloques y Costos de Materiales

### Tabla 23

Cálculo de Cantidad de Bloque 15x20x40 (Excel)

Área de Bloque 20X40 más Junta (m <sup>2</sup> )	0.0924
Junta Vertical (m)	0.02
Junta Horizontal (m)	0.02
% Desperdicio	1.07
Desperdicio por traslado	1
Numero bloques	592
Numero de Bloques de compra	<mark>635</mark>
Volumen de Muro (m3)	8.19
Volumen de Bloque (m3)	0.012
Volumen de Bloques en Muros (m3)	7.10
Volumen de Mortero (m3)	0.83
Bolsa de Cemento (Kg)	42.5
Volumen de Hueco(m³)	0.255744

Material	Dosificación 1:3	Volumen/Bolsas	% Desperdicio	Total, de Bolsa/ (m3)	Observaciones
cemento	454.00	378.75	0.00	9.00	Bolsas de Cemento 42.5 Kg
Arena	1.10	0.918	0.00	0.918	m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

### Tabla 25

Cálculo de Costo de Materiales en Mampostería Reforzada (Excel)

Descripción	U/M	Cantidad 1 vivienda	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
			Material	Costo total. C\$
MAMPOSTERIA REFORZADA	m2	54.63		26,110.05
Bloques 15x20x40 cm	c/u	635.00	34.00	21,590.00
Cemento	bol	9.00	390.00	3,510.00
Arena pega de bloque	m <sup>3</sup>	0.92	1,100.00	1,010.05

Cálculo de cantidad de materiales y costo en Mampostería Reforzada (Ingmaster)

Comparativa Mampostería Reforzada (Excel)

COMPARACIÓN DE RESULTADOS					
Método Costo totales Mampostería Reforzada					
Excel	C\$26,110.05				
Ingmaster C\$26,110.05					

Fuente: Elaboración propia

### 4.7 Acabados

En este proyecto, originalmente no se considera la aplicación de repello ni afinado en las paredes; en su lugar, se opta por pintar directamente sobre el bloque. No obstante, con el fin de abordar aspectos académicos y validar esta opción en la aplicación Ingmaster, se procede a calcular y evaluar el área de las paredes. Esto permite verificar el funcionamiento del formulario en la plataforma web.

# 4.7.1 Cálculo de Cantidad de Áreas y Volumen de Acabados de Repello

### Tabla 27

Área de Mampostería Interna (Excel)

Ítem	Elemento	Ancho (m)	Longitud (m)	Cantidad (und)	Área de mampostería (m²)
1	Boquete de Ventana Tipo Corrediza	0.15	4.00	4.00	2.40
2	boquete de Ventana Tipo Celosía	0.15	3.10	1.00	0.46
3	Boquete de Puerta	0.15	5.10	2.00	1.53
4	Área de mampostería	1.00	54.63	1.00	54.63
	Externa (ver Tabla 22)				
AREA	59.02				

Cálculo de Área Interna (Ingmaster)

CÁLCULO D	DE ÁREA	AS				
Boquete ventana corrediza	0.15		4			
4	Área: 2.40 m <sup>2</sup>	Copiar Resultado	Agregar Cálculo			
Boquete ventana tipo Celos	0.15	I	3.10			Total d
1	Área: 0.46 m <sup>2</sup>	Copiar Resultado	Agregar Cálculo	Sumar Todo	Copiar Todo	áreas:
Boquete de Puertas	0.15		5.10			59.02
2	Área: 1.53 m²	Copiar Resultado	Agregar Cálculo			
Área mamposteria Externa	1		54.63			
1	Área: 54.63 m²	Copiar Resultado	Agregar Cálculo			

Fuente: Elaboración propia

# Figura 57

Cálculo de Áreas Totales de Repello Fino y Grueso (Ingmaster)

CÁLCULO DE ÁREAS								
Boquete ventana corrediza	0.15			4				
4	Área: 2.40 m²	Copiar Res	sultado	Agregar Cálculo				
Boquete ventana tipo Celos	0.15			3.10				
1	Área: 0.46 m²	Copiar Res	sultado	Agregar Cálculo		Sumar Todo	Copiar Todo	
Boquete de Puertas	0.15			5.10				2
2	Área: 1.53 m²	Copiar Res	sultado	Agregar Cálculo		Total de á	reas: 11	3.65m <sup>-</sup>
Área mampostería total	1		5	4.63		_		
2	Área: 109.26 m <sup>2</sup>	2 Copiar	Resultado	Agregar Cálc	ulo			

Fuente: Elaboración propia

# 4.7.2 Cálculo de Volumen, Materiales y Costos de Acabados Repello Grueso y Fino

Se combinan las áreas obtenidas en cada cálculo de las paredes realizados previamente, sumándolas para obtener un único valor que será aplicado de manera integral.

Área de repello para grueso y fino es de 113.65 m<sup>2</sup>

### Tabla 28

Volumen de Repello Grueso (Excel)

CALCULO DE REPELLO GRUESO				
Área total Interna (m²)	59.02			
Área total Externa (m²)	54.63			
Total, de Área (m²)	113.65			
Espesor de Repello (m)	0.01			
Volumen de Repello Grueso (m <sup>3</sup> )	1.14			

Fuente: Elaboración propia

### Tabla 29

Dosificación de Mortero 2850 PSI (200.37 kg/cm²)

Material	Dosificación 1:5	Volumen/Bolsas	Total, de Bolsa/ (m3)
cemento	302.00	343.22	9.00
Arena colada	1.18	1.34	1.34

Cálculo de Cantidad de Materiales y Costos Repello Grueso (Ingmaster)



Fuente: Elaboración propia

Cálculo de Volumen de Repello Fino (Excel)

CÁLCULO DE REPELLO FINO VOLUMEN DE REPELLO					
Área total Interna (m <sup>2</sup> )	59.02				
Área total Externa (m <sup>2</sup> )	54.63				
Total, de Área (m <sup>2</sup> )	113.65				
Espesor de Repello (m)	0.003				
Volumen de Repello Grueso (m <sup>3</sup> )	0.34				

Fuente: Elaboración propia

### Tabla 31

Dosificación de Mortero para Repello Fino (Excel)

Material	Dosificación 1:6	Volumen/Bolsas	Total, de Bolsa/ (m³)
cemento	276.25	94.19	3.00
Arena	0.74	0.253	0.253



Cálculo de Cantidad de Materiales y Costos Repello Fino (Ingmaster)

Tabla de Costos en Acabados (Excel)

Descripción	U/M	Cantidad 1 vivienda	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
			Material	Costo total. C\$
ACABADOS	m²			
		113.65		6,483.62
Repello y Fino Corriente	m <sup>2</sup>			
		113.65		-
Cemento	bls			
		12.00	390.00	4,680.00
Arena colada	m <sup>3</sup>			
		1.34	1,100.00	1,475.18
Arenilla	m <sup>3</sup>			
		0.25	1,300.00	328.44

Fuente: Elaboración propia

### Figura 60

Sumatoria de Costos en Acabados (Ingmaster)



COMPARACIÓN DE RESULTADOS				
Método	Costos totales Acabados			
Excel	C\$6,483.62			
Ingmaster	C\$6,483.62			

Comparación de Resultados en Acabados (Excel)

Fuente: Elaboración propia

### 4.8 Pisos

El volumen de concreto del piso de la vivienda del proyecto INVUR se calculó considerando únicamente el área interna de la casa y según las especificaciones, que establecieron un mínimo de resistencia de 2000 psi y un espesor de 5 cm. Para ello, se determinó la superficie total del piso, teniendo en cuenta las dimensiones de cada habitación, y se multiplicó esta área por el espesor específico del concreto.

### 4.8.1 Cálculo de Volumen, Dosificación y Costo De Materiales en Piso

### Tabla 34

Volumen de Concreto de Piso (Excel)

Elemento	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Total (m <sup>3</sup> )
SALA/COCINA/COMEDOR	4.00	2.55	0.05	0.51
DORMITORIO 1	2.77	3.06	0.05	0.42
DORMITORIO 2	2.97	3.04	0.05	0.45
SERVICIO SANITARIO	3.18	1.15	0.05	0.18
TOTALES				1.56

Cálculo de Volumen de Concreto de Piso (Ingmaster)

CALCULO DE	VOLUMEN	EN VIGAS	S Y COLUMNA	\S			
Calculo para Escaleras Calc SALA-COCINA-COMEDOR	ulo para columnas cilindri 1	0.05	4	2.55			
Volumen: 0.51 m <sup>3</sup> Copiar R	esultado Agregar Eleme	nto					
DORMITORIO 1	1	0.05	2.77	3.06	Sumar	Conjar	Enviar a
Volumen: 0.42 m <sup>3</sup> Copiar R	esultado Agregar Eleme	nto			Todo	Todo	Mezclar
DORMITORIO 2	1	0.05	2.97	3.04	Valuma	n Tati	<b>.</b>
Volumen: 0.45 m³ Copiar R	esultado Agregar Eleme	nto					al.
SERVICIO SANITARIO	1	0.05	3.18	1.15	1.56m°		
Volumen: 0.18 m <sup>a</sup> Copiar R	esultado Agregar Eleme	nto					

Fuente: Elaboración propia

### Tabla 35

Dosificación de Concreto en Piso 2000 PSI (140 Kg/cm<sup>2</sup>) (Excel)

Material	Dosificación 1:3:5	Volumen/Bolsa s	Total, de Bolsa/ (m3)	Observaciones
cemento	230.00	358.80	9.00	Bolsas de Cemento 42.5 Kg
Arena	0.55	0.858	0.858	m <sup>3</sup>
Grava	0.92	1.435	1.435	m <sup>3</sup>
Agua	200.00	312.00	312.00	Litros

Cálculo de Cantidad y Costo Totales de Materiales en Piso (Ingmaster)



Fuente: Elaboración propia

### Tabla 36

Costos Totales de Materiales en Pisos (Excel)

Descripción	U/M	Cantida d 1 vivienda	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
			Material	Costo total. C\$
PISOS	m²	31.37		6,664.32
Piso de Cascote de 2000 PSI, t= 5 cm	m2	31.37		
Cemento	bolsas	9.00	390.00	3,510.00
Arena	m³	0.86	1,000.0 0	858.00
Grava	m³	1.44	1,600.0 0	2,296.32

Fuente: Elaboración propia

Comparación de Resultados en Pisos (Excel)

COMPARACIÓN DE RESULTADOS					
Método	Costos totales en Pisos				
Excel	C\$6,664.32				
Ingmaster	C\$6,664.32				

Fuente: Elaboración propia

### 4.9 Sumatoria de Costo Total del Proyecto

### 4.9.1 Hoja de Cálculo Excel

Se realizaron los cálculos de sumatoria de costos y cantidad de materiales en la hoja de cálculo de Excel, como se puede ver en la Tabla 38.

### Tabla 38

Sumatoria de Costo Total (Excel)

Descripción	U/M	Cantidad 1 vivienda	Costo Unitario C\$	Costo Total <b>C\$</b>		
			Material	Material Total	Costo total. C\$	Costo Total US \$
FUNDACIONES (ZC)	m3	2.10		13,689.40	13,689.40	373.79
Acero de refuerzo 3/8"	c/u	20.00	166.67	3,333.40	3,333.40	91.02
Cemento	bolsas	16.00	390.00	6,240.00	6,240.00	170.38
Arena	m³	1.09	1,000.00	1,092.00	1,092.00	29.82
Grava	m³	1.89	1,600.00	3,024.00	3,024.00	82.57
Concreto	m³	2.10				-
ESTRUCTURA DE CONCRETO	m3	1.02		9,462.32	9,462.32	258.36
VIGAS (VI-1, VD-1 Y VC-1)				-	-	-
Acero de Refuerzo 3/8"	c/u	20.00	166.67	3,333.40	3,333.40	91.02
Acero de Refuerzo 1/4"	c/u	12.00	70.81	849.72	849.72	23.20

Alambre de Amarre	libras	4.00	40.00	160.00	160.00	4.37
Cemento	bolsas	8.00	390.00	3.120.00	3.120.00	85.19
Arena	m <sup>3</sup>	0.53	1,000.00	530.40	530.40	14.48
Grava	m <sup>3</sup>	0.918	1,600.00	1,468.80	1,468.80	40.10
REFUERZO EN	m3	0.71		9,714.87	9,714.87	265.25
PAREDES						
Refuerzo y llenado en				-	-	-
Acoro do Refuerzo	0/11	26.00	166 660	6 000 00	6 000 00	162.92
3/8"	C/U	30.00	100.009	6,000.09	6,000.09	103.03
Acero de Refuerzo 1/4"	c/u	4.00	70.81	283.24	283.24	7.73
Alambre recocido No. 18	libras	2.00	40.00	80.00	80.00	2.18
Cemento	bol	5.00	390.00	1,950.00	1,950.00	53.24
Arena	m³	0.3905	1,000.00	390.50	390.50	10.66
Grava	m <sup>3</sup>	0.6319	1,600.00	1,011.04	1,011.04	27.61
MAMPOSTERIA	m2	54.63		26,110.05	26,110.05	712.92
REFORZADA						
Bloques 15x20x40	c/u	635.00	34.00	21,590.00	21,590.00	589.50
cm						
Cemento	bol	9.00	390.00	3,510.00	3,510.00	95.84
Arena pega de	m <sup>3</sup>	0.918	1,100.00	1,010.05	1,010.05	27.58
bloque						
	m <sup>2</sup>	113.65		6,483.62	6,483.62	168.06
Repello grueso y Fino Corriente	m2	113.65		-	-	-
Cemento	bolsas	12.00	390.00	4,680.00	4,680.00	127.78
Arena colada	m <sup>3</sup>	1.34	1,100.00	1,475.18	1,475.18	40.28
Arenilla	m³	0.253	1,300.00	328.44	328.44	
PISOS	m²	31.37		6,664.32	6,664.32	181.97
Piso de Cascote de 2000 PSI,	m2	31.37		-		
Cemento	bolsas	9.00	390.00	3,510.00	3,510.00	95.84
Arena	m <sup>3</sup>	0.86	1,000.00	858.00	858.00	23.43
Grava	m <sup>3</sup>	1.44	1,600.00	2,296.32	2,296.32	62.70
COS	72,124.58	72,124.58	1,969.31			

### 4.9.2 Cálculo en Ingmaster

Se recopilaron datos de los resultados de cada módulo de la aplicación web Ingmaster, se obtienen al hacer clic en el botón "Copiar Resultados". Estos datos fueron luego sumados utilizando la función "SUMAR PRECIOS" para calcular la sumatoria de costos y la cantidad de materiales, como se puede apreciar en la Figura 64.

### **Resultados Recopilados Por Ingmaster**

### Fundaciones

- Acero 3/8"
- Peso del Acero: 67.20 kg
- Costo del Acero: C\$3333.39
- Zapata Corrida Materiales de Concreto
- Resistencia del Concreto: (210 Kg/cm2) 3000 PSI 20 MPA
- Cantidad de Cemento: 672.00 kg
- Bolsas de Cemento (42.5 kg): 16 bolsas
- Cantidad de Arena: 1.092m<sup>3</sup> 1747.20 kg
- Cantidad de Grava: 1.890m<sup>3</sup> 3402.00 kg
- Costo de Cemento: C\$6240.00
- Costo de Arena: C\$1092.00
- Costo de Grava: C\$3024.00
- Agua: Entre 420.00 y 504.00 litros
- Total: C\$ 10356.00

### Acero en Viga Corona

- Acero Principal 3/8"
- Peso del Acero: 29.88 kg
- Costo del Acero: C\$3333.39
- Acero de Estribos 1/4"
- Peso del Acero: 17.93 kg
- Costo del Acero: C\$849.78

### Concreto de Vigas (VI-1, VD-1 Y VC-1)

- Volumen: 1.02m3
- Resistencia del Concreto: (210 Kg/cm2) 3000 PSI 20 MPA
- Cantidad de Cemento: 326.40 kg
- Bolsas de Cemento (42.5 kg): 8 bolsas
- Cantidad de Arena: 0.5304m<sup>3</sup> 848.64 kg
- Cantidad de Grava: 0.918m<sup>3</sup> 1652.40 kg
- Costo de Cemento: C\$3120.00
- Costo de Arena: C\$530.40
- Costo de Grava: C\$1468.80
- Agua: Entre 204.00 y 244.80 litros
- Total: C\$ 5119.20

### Relleno de Concreto en Huecos de Bloques, Materiales y Costos

- Resistencia del Concreto: (189 Kg/cm2) 2700 PSI 18 MPA
- Cantidad de Cemento: 198.80 kg
- Bolsas de Cemento (42.5 kg): 5 bolsas

- Cantidad de Arena: 0.3905m<sup>3</sup> 624.80 kg
- Cantidad de Grava: 0.6319m<sup>3</sup> 1137.42 kg
- Costo de Cemento: C\$1950.00
- Costo de Arena: C\$390.50
- Costo de Grava: C\$1011.04
- Agua: Entre 142.00 y 170.40 litros
- Total: C\$ 3351.54

### Estribos de Refuerzo en las Esquinas: Varillas 1/4"

- Cantidad de Libras de Alambre de Amarre: 2.00 lb
- Costo de Alambre de Amarre: C\$80.00
- Cantidad de Varillas para Estribos 1/4": 4
- Peso del Acero: 5.98 kg
- Costo del Acero: C\$283.26

### Refuerzo Vertical con Varillas de Acero 3/8" en 66 Huecos de Bloques

- Cantidad de Varillas Principales 3/8": 36
- Peso del Acero: 120.96 kg
- Costo del Acero: C\$6000.09
- Cantidad de Libras de Alambre de Amarre: 4.00 lb
- Costo de Alambre de Amarre: C\$160.00

### Cantidad de Bloques, Mortero y Costos de Materiales

- Pared: ÁREA TOTAL MAMOSTERIA
- Área de la Pared: 54.63 m<sup>2</sup>
- Cantidad de Bloques: 635

- Cantidad de Cemento: 9 bolsas
- Cantidad de Arena: 0.91823 metros cúbicos
- Costo de Bloque: C\$21590
- Costo de Cemento: C\$3510.00
- Costo de Arena: C\$1010.05
- Precio Total: C\$26110.05

### Acabados

### Repello De Mampostería Grueso

- Cantidad de Cemento: 9 bolsas de 42.5kg
- Cantidad de Arena: 1.34 m<sup>3</sup>
- Metros Cúbicos de Repello: 1.14 m<sup>3</sup>
- Costo de Cemento: C\$3510.00
- Costo de Arena: C\$1475.18
- Costo Total: C\$4985.18

### Repello De Mampostería Fino

- Cantidad de Cemento: 3 bolsas de 42.5kg
- Cantidad de Arenilla: 0.25 m<sup>3</sup>
- Metros Cúbicos de Repello: 0.34 m<sup>3</sup>
- Mezcla: Cemento: 2.2 bolsas y Arenilla: 13.4 (baldes de 19 litros)
- Costo de Cemento: C\$1170.00
- Costo de Arenilla: C\$328.44
- Costo Total: C\$1498.44

### **Concreto en Piso**

- Resistencia del Concreto: (140 Kg/cm2) 2000 PSI 14 MPA
- Cantidad de Cemento: 358.80 kg
- Bolsas de Cemento (42.5 kg): 9 bolsas
- Cantidad de Arena: 0.8580m<sup>3</sup> 1372.80 kg
- Cantidad de Grava: 1.4352m<sup>3</sup> 2583.36 kg
- Costo de Cemento: C\$3510.00
- Costo de Arena: C\$858.00
- Costo de Grava: C\$2296.32
- Agua: Entre 312.00 y 374.40 litros
- Total: C\$ 6664.32

### **COSTO TOTAL: C\$72124.64**
### Figura 63

Sumatoria de Costos totales (Ingmaster)



Fuente: Elaboración propia

#### 4.9.3 Costo Total de La Vivienda

La diferencia de costos entre Excel y la aplicación web Ingmaster es mínima. Mientras que Excel arroja un total de **C\$72,124.58**, Ingmaster reporta **C\$72,124.64**. Esta ligera diferencia se debe al método de cálculo del costo del acero: Excel utiliza el costo unitario de la varilla, mientras que Ingmaster emplea el costo por quintal. Ambas herramientas ofrecen utilidad en el análisis financiero de proyectos de construcción, dependiendo de las preferencias y la precisión requerida por el usuario.

### V. Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1 Conclusiones

- En el transcurso de esta investigación, se logró alcanzar el objetivo general establecido al desarrollar la plataforma digital Ingmaster, una herramienta integral para el cálculo de materiales y costos en el ámbito de la construcción. A través de un enfoque basado en tecnologías modernas como JavaScript, CSS y HTML, se diseñó una interfaz de usuario que no solo es amigable, sino también adaptable a diferentes dispositivos, asegurando una experiencia óptima para los usuarios.
- Los objetivos específicos trazados fueron abordados de manera sistemática.
   La integración de herramientas online ya existentes, junto con la implementación de sistemas de control de versiones como GitHub, ha permitido consolidar funcionalidades diversas en un solo entorno, simplificando el acceso y la gestión de información para los usuarios de lngmaster.
- La validación del funcionamiento de la aplicación web Ingmaster mediante un modelo de vivienda representó un paso crucial en la verificación de su eficacia y precisión. Los resultados obtenidos durante este proceso brindan confianza en la utilidad práctica de la plataforma en escenarios del mundo real, respaldando su viabilidad y relevancia en el sector de la construcción.

#### 5.2 Recomendaciones

Considerando los logros alcanzados y los desafíos enfrentados durante el desarrollo de Ingmaster, se formulan las siguientes recomendaciones para mejorar y potenciar la aplicación:

- Actualizaciones Continuas: Se sugiere mantener un ciclo de actualizaciones periódicas para adaptarse a cambios tecnológicos, incorporar nuevas funcionalidades y garantizar la seguridad de la plataforma.
- Explorar oportunidades para expandir las capacidades de Ingmaster, como la incorporación de módulos adicionales para la gestión de proyectos, la optimización de procesos y la generación de informes detallados.
- Modificar en código fuente en archivos CSS tamaños y resolución de los formularios para lograr una adaptabilidad en dispositivos con pantallas pequeñas y orientación vertical.

#### VI. Bibliografía

- American Society of Civil Engineers (ASCE). (2021). American Society of Civil Engineers (ASCE).
- C., V. (24 de diciembre de 2021). *Data Construcción*. Obtenido de https://www.dataconstruccion.com/blog/alcance-Sj2hd-ENBRF-7bffz-gb28f
- Casado, C. F. (2010). *Manual de Costos y Presupuestos de Obras de Edificación.* Instituto Eduardo Torroja.
- Castellanos, J. (7 de Marzo de 2021). *GoDaddy*. Obtenido de GoDaddy: https://mx.godaddy.com/blog/que-es-dominio-web-guia/
- Chuburu, L. (2022). *Cursos online de diseño web*. Obtenido de https://laurachuburu.com.ar/que-es-jquery-y-comoimplementarlo/#:~:text=JQuery%20es%20una%20librer%C3%ADa%20de,si n%20tener%20conocimientos%20del%20lenguaje.
- Institute, P. M. (2021). *PMI.org.* Obtenido de Project Cost Management Overview: https://www.pmi.org/learning/library/project-cost-management-overview-7283
- Ionos. (2 de Agosto de 2019). *Ionos*. Obtenido de Ionos: https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/servidor-webdefinicion-historia-y-programas/
- Levy, M. (2018). Building Construction: Principles, Materials, and Systems. En M. Levy, Building Construction: Principles, Materials, and Systems (pág. 544). Pearson.
- Mozilla Developer Network. (n.d.). *Mozilla Developer Network*. Obtenido de https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript
- Mozzilla. (26 de Diciembre de 2020). *mozilla.org*. Obtenido de mozilla.org: https://www.mozilla.org/es-ES/firefox/browsers/what-is-a-browser/

School, W. (2021). W3 School.

- webemepresa. (22 de Septiembre de 2020). *webemepresa*. Obtenido de webemepresa: https://www.webempresa.com/hosting/que-es-github.html
- webempresa. (6 de Febrero de 2018). *webempresa*. Obtenido de webempresa: https://www.webempresa.com/hosting/hosting-que-es-como-funciona.html
- World Wide Web Consortium. (2017). W3C. Obtenido de https://www.w3.org/Style/CSS/
- World Wide Web Consortium. (2017). *W3Schools*. Obtenido de https://www.w3.org/TR/html52/

VII. Anexos

# Figura 64

## Fotografía de Vivienda Proyecto INVUR



Fuente: Elaboración propia









MODULO B-1 PROGRESIVO 38.00MTS<sup>2</sup>

8

ς

**RZADA** REFC

LIVO: MAMF.

INSTITUTO DE LA VIVIENDA URBANA Y RURAL







GENERALES NOTAS GEN	ERALES	
<ul> <li>I- EL CONTRATISTA DEBERA VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y CONDICIONES DEL TERRENO Y COMUNICAR LAS ANOMALIAS AL SUPERVISOR ANTES DE COMENZAR LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN.</li> <li>2. EL INVUR NO SE HACE RESPONSABLE POR EL USO DE MATERIALES DE MENOR CALIDAD QUE LOS AQUI INDICADOS, POR MALA EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y POR PROBLEMAS SURGIDOS DE NO SEGUIR LAS INDICASIONES DE LOS PLANOS Y LAS ESPECIFICACIONES AQUI SEÑALADAS.</li> </ul>	7- EL ARMADO DEBERA EFECTUARSE, PREFERIBLEMENTE, EN UNA SOLA LONGITUD DE GUIA, EVITANDOSE EN LO POSIBLE LOS EMPALVIES Y TRASLAPES; EN CASO QUE SE REALICEN, SE HARAN POR MEDIO DE BAYONETAS, CON PENDIENTE MAX. 1.6 EN LAS VIGAS, EL TRASLAPE SE REALIZARA EN LOS SIGUIENTES LUGARES:     - REFUERZO SUPERIOR - CENTRO DEL CLARO     - REFUERZO SUPERIOR - EN LOS APOYOS     - EN LAS COLUMNAS, SIEMPRE EN ESPERA, SOBRE LAS VIGAS HORIZONTALES YA BAYONETEADAS Y CON LA LONGUITUD DE ESPERA, CORRESPONIENTE	JI (
<ol> <li>EL INVUR NO SE HACE RESPONSABLE POR MODIFICACIONES O CAMBIOS HECHOS SIN AUTORIZACION POR ESCRITO.</li> <li>EN EL CASO DE HABER CONTRADICCIDIRES EN LOS PLANOS ESTRUCTURALES, ARQUITECTONICOS Y LOS DE LAS OTRAS ESERCIALIDADES DEBERRAN SER CONSULTADOS AL SUBDEVISOR.</li> </ol>	8-LOS DOBLECES DEL REFUERZO SE HARAN EN FRIO SEGUN LAS NORMAS MINIMAS DEL CONCRETO REFORZADO DEL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCION (RNC).	
CONCRETO REFORZADO 1- EL CONCRETO TENDRA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION 1°C-210 Kg/Cm2 (3000 psi) A LOS 28 DIAS.	ACERO ESTRUCTURAL 1 SE USARA ACERO GALVANIZADO CON PUNTO DE FLUENCIA FY 72,500 PSI.	
2 EL CEMENTO A USARSE SERA PORTLAND TIPO 1, QUE CUMPLA LAS ESPECIFICACIONES A S T M C - 150.	2 LOS ELEMENTOS DE ACERO DEBERAN FABRICARSE Y ERIGIRSE DE ACUERDO A LAS NORMAS DEL ASTM A653.	
▷. LOS AGREGADOS (ARENA Y GRAVA) DEBERAN ESTAR BIEN GRADUADOS Y LIMPIOS DE TIERRA, GRASA O CUALQUIER DTRO MATERIAL QUE PUEDA PERJUDICAR LA CALIDAD DEL CONCRETO. EL AGUA DEBERA SER POTABLE.	3 LOS ELEMENTOS DEBERAN ESTAR RECTOS Y LIBRES DE TORCEDURAS O PANDEOS LOCALES, SUS JUNTAS DEBERAN ESTAR CORRECTAMENTE ACABADAS.	AB G
- LA MEZCLA SE HARA EN BATEA DE MADERA, INICIALMENTE EN SECO HASTA QUE TENGA ASPECTO UNIFORME Y NGREGANDO DESPUES AGUA HASTA OBTENER UN PRODUCTO HOMOGENEO Y CUIDANDO QUE DURANTE LA PERACION NO SE MEZCLE LA TIERRA.	4 DEBERA CONSTATAR EN EL CAMPO TODAS LAS MEDIDAS, ASI COMO REVISAR LAS POSICIONES DE LOS ANCLAJES.	
- EL COLADO DEL CONCRETO SE HARA DE TAL MANERA QUE NO SEGREGE SUS COMPONENTES, UNA VEZ COLADO SE IBRARA POR MEDIO MECANICO PARA GARANTIZAR UNA MEZCLA HOMOGENIA. DE CONCRETO Y NO QUEDEN HUECOS NI ATONERAS.	5 LOS CORTES DEBERAN HACERSE LIMPIAMENTE, QUEDANDO RECTOS Y SIN REBABAS, DE PREFERENCIA, EL CORTE HECHO CON SIERRA.	ENDO.
LAS FORMALETAS DEBERAN AJUSTARSE A LAS DIMENSIONES Y FORMAS DE LOS ELEMENTOS SEGUN LOS LANOS, DEBERAN SER LO SUFICIENTEMENTE IMPERMEABLES Y RESISTENTES PARA EVITAR DEFORMACIONES. LAS ARAS LATERALES DE VIGAS QUE NO CARQUEN PESO PODRAN REMOVERSE DESPUES DE TRES DIAS PARA VIGAS	6 TODAS LAS SOLDADURAS DEBERAN SER REALIZADAS POR SOLDADORES, UTILIZANDO ELECTRODOS     E-6013 3/32" DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES DE LA "AWS".     7 DEBERAN RECHAZARSE LAS SOLDADURAS AGRIFTADAS O POROSAS TALES COMO TAMAÑO	CONT
EREAS Y DINTELES SE EFECTUARA EL RETIRO DE LAS FORMALETAS DESPUES DE 14 DIAS.	INSUFICIENTE CRATERES O SOCAVACIONES DEL METAL BASE.	E
UNEDO POR LO MENOS 7 DIAS DESPUES.	8- UNA VEZ MONTADA LA ESTRUCTURA EN PUSICIÓN DEFINITIVA, SE LE DEBERA APLICAR UNA NUEVA MANO DE PINTURA DE ESMALTE DEL COLORE DE PERLIN; SOBRE LAS AREAS SOLDADAS.	E I
CONCRETO FLUIDO - SE COLOCARA CONCRETO FLUIDO EN LOS HUECOS DONDE SE UBIQUE EL REFUERZO, PARA LOGRAR LA	9. EN LAS UNIONES DE LAS CALAS METALICAS DE TECHO, TODA ABERTURA POSIBLE QUE QUEDASE ENTRE LAS SOLDADURAS, SE SELLARAN CON MASILLA PLASTICA TIPO AUTOMOTRIZ LIJANDOSE ANTES DE APLICAR DOS MANOS DE PINTURA.	
MAMPOSTERIA REFORZADA. ESTE CONCRETO TENDRA UNA RESISTENCIA MINIMA A LA COMPRESION DE 2500 PSI (150 (g/cm²), LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO FLUIDO TENDRÁ UN REVENIMIENTO MÍNIMO DE 20 cm DE TAL MANERA QUE SE SARANTICE LA INTRODUCCIÓN DE LA MEZCIA EN LAS CELDAS DE LOS BLOQUES. LA ALTURA MÁXIMA DE LLENADO DE	10- LAS ANCLAS QUE QUEDARAN EMBEBIDAS EN EL CONCRETO, DEBERAN ESTAR LIBRES DE PINTURA, OXIDO EXCESIVO, GRASA O CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE PERJUDIQUE SU ADHERENCIA AL CONCRETO.	PROYI
LAS CELDAS NO SERÁ SUPERIOR DE 1.20m. Y DEBERÁN PROVEERSE VENTANAS DE INSPECCIÓN EN LA PARTE INFERIOR DE LAS PAREDES PARA VERIFICAR LAS LLENAS.	MAMPOSTERIA	ğ
ACERO DE REFUERZO	<ol> <li>SE USARAN BLOQUES DE CONCRETO DE DIMENSIONES (6"x 8" x 16" Y 6" x 8" x 8") CON UNA RESISTENCIA MINIMA A LA COMPRESION DE 1 m = 55 Kg/cm² (780 lbs/pig²).</li> </ol>	<u>р</u>
. EL ACERO DE REFUERZO DEBERA TENER UN PUNTO DE FLUENCIA DE 1y-5250 Kg/Cm.	2 LOS BLOQUES DEBERAN ESTAR LIBRES DE QUEBRADURAS Y RAJADURAS Y LIMPIOS.	
. LAS VARILLAS UEBERAN SER CORRUGADAS (ASTM A-496). . DEBERA ESTAR LIBRE DE GRASA, LODO, PINTURA, OXIDACION EXCESIVA O CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE ERJUDIQUE LA ADHERENCIA CON EL CONCRETO.	ANORTERO PARA BLOQUE DE CONCRETO; DOSIFICACION POR VOLUMEN:     T PARTE DE CEMENTO     ARENA MOTASTEPE O SIMILAR QUE PASE LA MALLA #4	
- DEBERA TENER LOS SIGUIENTES RECUBRIMIENTOS MINIMOS DE CONCRETO.	4 LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEBERA SER MAYOR A 120 Kgs/Cm2 A LOS 28 DIAS.	Ū,
VIGAS, TRABES, COLUMNAS Y MUROS SIN CONTACTO CON EL SUELO = 2.5 Cm.	5. EL AGUA SERA NECESARIA PARA UNA MEZCLA DE CONSISTENCIA FLUIDA PARA LA PENETRACIÓN DEL EXCESO EN LOS BLOQUES Y DISTRIBUIRSE EN EL AREA DE CONTACTO.	Z
. DEBERA ESTAR SOPORTADO PARA EVITAR DESPLAZAMIENTOS PROVOCADOS POR CARGAS DE CONSTRUCCION O URANTE EL COLADO DEL CONCRETO.	6. LAS ARGAMASAS (MEZCLAS) DE REPELLO Y FINO SE DEFINIRAN EN EL CAMPO CON EL RESIDENTE SEGUN EL ACABADO EN CADA SECTOR; EL ESPESOR SERA NO MAYOR DE 1.5 CM Y CADA HILADA DE BLOQUE DE CONCRETO CUBRIRA EN PROMEDIO UNA ALTURA DE 20 CM.	
VARILLAS D-3A         - SOCm           VARILLAS D-5         - 76 Cm           VARILLAS D-1         - 130 Cm	7 ES OBLIGATORIO QUE LAS ESPERAS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS SE REALICEN ANTERIORES; PARALELAS AL LEVANTAMIENTO DE LAS PAREDES (CANALIZACIONES, SALIDAS).	