



**Aplicación Web basada en componentes para presupuestar construcciones con acero galvanizado liviano.**

Galárraga Molina, María Fernanda y Gutiérrez Mena, Josselyne Jazbel

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Tecnologías de la Información

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera en Tecnologías de la Información

Ing. Delgado Rodríguez Ramiro Nanac. PhD

01 de agosto del 2022

# COPYLEAKS

TRAB\_INTE\_CURRI\_GALARRAGA\_GUTIERREZ\_FINAL.docx

Scanned on: 13:30 July 26, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	157
Words with Minor Changes	18
Paraphrased Words	0
Omitted Words	0



Elmado a control remoto por:  
RAMIRO NANAC  
DELGADO  
RODRIGUEZ

ING. RAMIRO DELGADO RODRIGUEZ, PhD

TUTOR



**Departamento de Ciencias de la Computación**

**Carrera de Tecnologías de la Información**

### **Certificación**

Certifico que el trabajo de integración curricular: **"Aplicación Web basada en componentes para presupuestar construcciones con acero galvanizado liviano"** fue realizado por las señoritas **Galárraga Molina, María Fernanda** y **Gutiérrez Mena, Josselyne Jazbel**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

**Sangolquí, 01 de agosto de 2022**



.....  
**Delgado Rodríguez, Ramiro Nanac**

C. C 1707019178



**Departamento de Ciencias de la Computación**  
**Carrera de Tecnologías de la Información**

**Responsabilidad de Autoría**

Nosotras, **Galárraga Molina, María Fernanda**, con cédula de ciudadanía N° 1750181800 y **Gutiérrez Mena, Josselyne Jazbel**, con cédula de ciudadanía N° 1727204586, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Título: Aplicación Web basada en componentes para presupuestar construcciones con acero galvanizado liviano**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Sangolquí, 01 de agosto de 2022**

*Fernanda.G.*

**Galárraga Molina María Fernanda**

C.C.: 1750181800

*JJB.*

**Gutiérrez Mena, Josselyne Jazbel**

C.C.: 1727204586



**Departamento de Ciencias de la Computación**

**Carrera de Tecnologías de la Información**

**Autorización de Publicación**

Nosotras **Galárraga Molina, María Fernanda**, con cédula de ciudadanía N° 1750181800 y **Gutiérrez Mena, Josselyne Jazbel**, con cédula de ciudadanía N° 1727204586, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Título: Aplicación Web basada en componentes para presupuestar construcciones con acero galvanizado liviano**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

**Sangolquí, 01 de agosto de 2022**

*Fernanda.G.*

**Galárraga Molina María Fernanda**

C.C.: 1750181800

*JJB.*

**Gutiérrez Mena, Josselyne Jazbel**

C.C.: 1727204586

## **DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicada a mi familia en general, por ser mi motivación constante para cumplir mi sueño de ser una profesional y por enseñarme que no existen obstáculos para alcanzar las metas que me he propuesto hasta el día de hoy, ya que en ellos he visto el mejor ejemplo de superación. También por acompañarme durante todo mi proceso académico y no permitir que me desmotive ante cualquier eventualidad.

**María Fernanda Galárraga**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme fortaleza y sabiduría durante toda mi formación académica.

A mis padres por su apoyo incondicional, por todo el esfuerzo que han realizado para ayudarme a salir adelante en todo mi proceso académico, también por estar presentes en los buenos y malos momentos de mi vida y ser mi guía para tomar las mejores decisiones que me llevarán a ser una persona de bien.

A mis hermanas, quienes han sido un modelo a seguir y me han inspirado seguridad y confianza para vencer cualquier obstáculo que se presente en el camino.

A mi sobrina, quién a pesar de su corta edad ha sabido utilizar las palabras correctas para motivarme y levantar mis ánimos en los momentos más difíciles.

A mis amigas, quienes han estado presentes en mi vida la mayor parte de mi carrera universitaria y me han motivado para superarme cada día.

Y finalmente, al Ing. Ramiro Delgado que, gracias a su apoyo y paciencia, logramos culminar con éxito la presente tesis.

**María Fernanda Galárraga**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo quiero dedicarlo a mi familia porque de ellos aprendí que cada esfuerzo tiene su recompensa. Ellos me brindaron su cariño y apoyo, los cuales han sido una parte esencial para el cumplimiento de mis objetivos

**Josselyne Gutiérrez**



## **AGRADECIMIENTO**

De manera especial quiero agradecer a mis padres por su apoyo incondicional en este largo camino, fueron un pilar fundamental para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis hermanos, de cuales siempre recibí su apoyo y motivación para cumplir mis metas tanto profesionales como personales, a mi hermano mayor por ser un excelente modelo a seguir, y a mi hermano menor por siempre creer en mí.

A mis compañeros y amigos, quienes estuvieron conmigo a lo largo de este proceso universitario, por su apoyo y amistad que me brindaron siempre.

Por último, al Ing. Ramiro Delgado que, con su paciencia y dedicación, nos apoyó en la conclusión de este trabajo.

**Josselyne Gutiérrez**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen.....	17
Abstract.....	18
Capítulo I: Introducción.....	19
Tema.....	19
Definición del problema.....	19
Contextualización del problema.....	20
Justificación del problema.....	21
Objetivos.....	23
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos.....	23
Alcance.....	24
Capítulo II: Marco Teórico.....	26
Metodologías de desarrollo ágil.....	26
Scrum.....	28
Roles.....	29
Sprint.....	30
Artefactos.....	30
Eventos.....	30
Experiencia de usuario.....	32
Usabilidad.....	33

	11
Cuestionario SUS .....	33
Historias de usuario .....	34
Epics .....	35
Desarrollo de Software Basado en Componentes (DSBC) .....	35
Angular .....	37
Herramientas de Desarrollo .....	37
Node .....	37
Firebase .....	38
Visual Studio Code .....	39
Hosting .....	40
Jira .....	40
Capítulo III: Especificación de requerimientos .....	41
Introducción .....	41
Propósito .....	41
Alcance .....	41
Definiciones .....	44
Acrónimos y abreviaturas .....	44
Referencias .....	45
Visión general del documento .....	45
Descripción general .....	45
Perspectiva del Producto .....	46

	12
Funciones del Producto .....	46
Características de los usuarios.....	48
Suposiciones y Dependencias.....	50
Requisitos de Interfaces Externas .....	54
Requisitos No Funcionales .....	56
Capítulo IV: Diseño del proyecto .....	58
Modelo de datos .....	58
Diseño de la base de datos.....	58
Diagrama de Casos de Uso .....	60
Diagrama de secuencia.....	64
Diagrama de componentes .....	67
Diagrama de Arquitectura .....	69
Capítulo V: Planificación y desarrollo de la solución .....	70
Epic: Módulo de usuarios .....	70
Epic: Módulo de Clientes .....	71
Epic: Módulo de Materiales .....	72
Epic: Módulo de Categorías .....	72
Epic: Módulo de Cálculos del presupuesto.....	73
Epic: Módulo de Secciones .....	73
Epic: Módulo de Capítulos.....	73
Epic: Módulo de Presupuesto.....	74

Desarrollo de la aplicación .....	74
Primer Sprint.....	75
Segundo Sprint .....	80
Tercer Sprint .....	85
Cuarto Sprint.....	92
Capítulo VI: Pruebas y análisis de resultados .....	98
Caja Blanca .....	98
Caja Negra .....	98
Pruebas de rendimiento.....	99
Pruebas de usabilidad .....	101
Capítulo VII: Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.....	104
Conclusiones.....	104
Recomendaciones.....	105
Trabajos futuros .....	105
Bibliografía .....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Historia de Usuario del módulo de usuarios</i> .....	42
Tabla 2 <i>Referencias utilizadas en la especificación de requerimientos</i> .....	45
Tabla 3 <i>Funciones del producto desarrollado</i> .....	46
Tabla 4 <i>Características de los usuarios</i> .....	49
Tabla 5 <i>Requisitos Funcionales</i> .....	51
Tabla 6 <i>Historias de Usuario del módulo de usuarios</i> .....	71
Tabla 7 <i>Historia de Usuario del módulo de clientes</i> .....	71
Tabla 8 <i>Historia de Usuario del módulo de materiales</i> .....	72
Tabla 9 <i>Historia de Usuario del módulo de categorías</i> .....	72
Tabla 10 <i>Historia de Usuario del módulo de cálculos de presupuesto</i> .....	73
Tabla 11 <i>Historia de Usuario del módulo de cálculos de secciones</i> .....	73
Tabla 12 <i>Historia de Usuario del módulo de capítulos</i> .....	74
Tabla 13 <i>Historia de Usuario del módulo de presupuesto</i> .....	74
Tabla 14 <i>Requerimientos Funcionales Primer Sprint</i> .....	75
Tabla 15 <i>Tareas del Primer Sprint</i> .....	75
Tabla 16 <i>Requerimientos Funcionales Segundo Sprint</i> .....	81
Tabla 17 <i>Tareas del Segundo Sprint</i> .....	81
Tabla 18 <i>Requerimientos Funcionales del Tercer Sprint</i> .....	85
Tabla 19 <i>Tareas del Tercer Sprint</i> .....	86
Tabla 20 <i>Requerimientos Funcionales del Cuarto Sprint</i> .....	92
Tabla 21 <i>Tareas del Tercer Sprint</i> .....	93
Tabla 22 <i>Resultados Cuestionario SUS</i> .....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Metodología Scrum (Sarzosa, 2020)</i> .....	32
Figura 2 <i>Esquema de modelo de datos</i> .....	59
Figura 3 <i>Diagrama de casos de uso para el usuario Administrador</i> .....	61
Figura 4 <i>Diagrama de casos de uso para el usuario Colaborador</i> .....	62
Figura 5 <i>Diagrama de casos de uso para el usuario Vendedor</i> .....	63
Figura 6 <i>Escenario Crear usuario</i> .....	65
Figura 7 <i>Escenario Iniciar sesión</i> .....	66
Figura 8 <i>Escenario Crear presupuesto</i> .....	67
Figura 9 <i>Diagrama de componentes</i> .....	68
Figura 10 <i>Diagrama de arquitectura</i> .....	69
Figura 11 <i>Pantalla de Inicio de Sesión</i> .....	77
Figura 12 <i>Creación de usuarios</i> .....	77
Figura 13 <i>Lista de usuarios</i> .....	78
Figura 14 <i>Menú y Dashboard del Administrador</i> .....	78
Figura 15 <i>Menú y Dashboard del Colaborador</i> .....	79
Figura 16 <i>Menú y Dashboard del Vendedor</i> .....	79
Figura 17 <i>Código de ingreso con Firebase Authentication</i> .....	80
Figura 18 <i>Creación y edición de clientes</i> .....	83
Figura 19 <i>Lista de clientes</i> .....	83
Figura 20 <i>Creación y edición de categorías</i> .....	84
Figura 21 <i>Lista de categorías</i> .....	84
Figura 22 <i>Creación y edición de capítulos</i> .....	84
Figura 23 <i>Lista de capítulos</i> .....	85
Figura 24 <i>Creación y edición de materiales</i> .....	88

Figura 25 <i>Lista de materiales</i> .....	89
Figura 26 <i>Creación y edición de secciones</i> .....	89
Figura 27 <i>Lista de secciones</i> .....	89
Figura 28 <i>Formularios con cálculos</i> .....	90
Figura 29 <i>Código de Formulario con cálculos específicos y creación de resumen</i> .....	91
Figura 30 <i>Código que permite mantener consistencia en los datos</i> .....	92
Figura 31 <i>Creación del Presupuesto</i> .....	94
Figura 32 <i>Interfaz del Presupuesto con detalle de capítulos</i> .....	95
Figura 33 <i>Lista de Presupuestos por vendedor</i> .....	95
Figura 34 <i>Búsqueda de Presupuestos por rango de fecha y cliente</i> .....	96
Figura 35 <i>Lista de Presupuestos por rango de fecha y cliente</i> .....	96
Figura 36 <i>Índice compuesto en Cloud Firestore</i> .....	97
Figura 37 <i>Resultado de pruebas unitarias</i> .....	98
Figura 38 <i>Resultados generales de Pingdom</i> .....	99
Figura 39 <i>Métricas de rendimiento de Pingdom</i> .....	100
Figura 40 <i>Prueba en PageSpeed</i> .....	101



## Resumen

Con el aumento de la demanda de construcciones de casas y edificios en Ecuador, se ha presentado la necesidad de implementar una nueva tecnología que sea capaz de reducir el tiempo de construcción, disminuir costos, aumentar su eficiencia y sobre todo que su estructura pueda soportar sismos para evitar daños irreparables. Tomando en cuenta todos estos aspectos, la opción por la que varias empresas han optado es Steel Framing, sin embargo, en la actualidad no existen herramientas informáticas que permitan realizar presupuestos con los recursos que utiliza esta tecnología, por lo cual es imposible tener una perspectiva del costo total para esta inversión. El presente proyecto propone una aplicación web desarrollada bajo la metodología Scrum, cuyo objetivo es permitir a los usuarios de la empresa Termosteel realizar presupuestos de construcciones Steel Framing utilizando estructuras de acero galvanizado liviano donde intervienen varios recursos, desde el precio de los materiales utilizados, el costo de mano de obra hasta el trabajo subcontratado, con el objetivo de generar un documento en formato PDF para visualizar el costo total del presupuesto creado. Se realizaron pruebas de rendimiento para conocer si la aplicación desarrollada cumple con los requerimientos de velocidad y capacidad de respuesta bajo diferentes cargas de trabajo, así como también pruebas de usabilidad para evaluar la experiencia de los usuarios y, por último, pruebas unitarias para comprobar el funcionamiento correcto de cada módulo de la aplicación. Con los resultados de las pruebas implementadas, se pudo evidenciar que la aplicación web desarrollada permite realizar presupuestos con valores exactos o aproximados a los costos que comprende una construcción con la tecnología Steel Framing.

*Palabras Clave:* presupuesto, Steel Framing, aplicación web, metodología Scrum.

## Abstract

With the increase in demand for construction of houses and buildings in Ecuador, there is a need to implement a new technology that is able to reduce construction time, reduce costs, increase efficiency and above all that its structure can withstand earthquakes to avoid irreparable damage. Taking into account all these aspects, the option that several companies have opted for is Steel Framing, however, at present there are no software that allow you to make budgets with the resources used by this construction technique, so it is impossible to have a perspective of the total cost for this investment. This project proposes a web application developed under the Scrum methodology, whose aim is to allow users of the company Termosteel to make budgets of Steel Framing constructions using light galvanized steel structures where several resources are involved, from the price of materials used, the cost of labor to subcontracted work, with the purpose of generating a PDF document to display the total cost of the budget created. Performance tests were performed to know if the developed application satisfies the speed and responsiveness requirements under different workloads, as well as usability tests to evaluate the user experience and, finally, unit tests to check the correct functioning of each module of the application. With the results of the implemented tests, it could be evidenced that the developed web application allows to make budgets with exact or approximate values to the costs that covers a construction with Steel Framing technology.

*Keywords: budget, Steel Framing, web application, Scrum methodology.*

## Capítulo I: Introducción

En este capítulo se presenta una introducción a la problemática, el tema, la definición, contextualización y justificación del problema, los objetivos y el alcance de este trabajo de investigación.

### Tema

Aplicación web basada en componentes para presupuestar construcciones con acero galvanizado liviano.

### Definición del problema

En las construcciones de casas o edificios existen muchos procesos y métodos de construcción uno de ellos es el Steel Framing, en español significa “marco de acero”, este sistema de construcción fue creado para tratar de satisfacer los requerimientos actuales de la construcción, los cuales son aumentar la productividad, disminuir el desperdicio y cubrir la creciente demanda de construcción, en América Latina predomina la construcción artesanal que genera demasiados desperdicios además de tener baja productividad (Sarmanho & Moraes, 2006). Steel Framing ayuda a la reducción del consumo de agua, emisiones de carbono, material y consumo eléctrico (Duarte, 2020). A diferencia de las construcciones tradicionales, Steel Framing utiliza estructuras con perfiles de acero galvanizado que sirven para construir viviendas, entrepisos, cerramientos exteriores y naves industriales, entre otros (Barbieri, s. f.). Se caracterizan por el uso de perfiles con espesores pequeños, los cuales se unen y forman un entramado dando como resultado la estructura de una edificación (Carpio, 2014).

Según Sarmaho y Morales (2006), la utilización de Steel Framing exige una gran cantidad de profesionales especializados y los diseños de proyectos detallados e integrados para minimizar las pérdidas y disminuir el tiempo de construcción. Estos requerimientos,

vuelven las cotizaciones de este tipo de construcciones complejas de realizar, siendo necesario muchos cálculos desde la contabilización de áreas de construcción hasta la cantidad de perfiles necesarios por cada pared dentro de la estructura. Actualmente, la cotización es realizada en una hoja de cálculo de Excel en la cual por cada tabla se debe ingresar datos como: tipo de piso, cantidad, largo y ancho para poder efectuar los cálculos, sin embargo, en ciertas tablas es necesario colocar el tipo de material que se va a usar, por lo cual los operarios deben navegar entre las hojas para buscar el código y con ello obtener el precio; esto trae como consecuencia que desde el punto de vista de los trabajadores, la hoja sea difícil de manejar debido a que el proceso es extenso, por esta razón se propone el desarrollo de esta aplicación que presentará la información necesaria y suficiente para generar presupuestos de forma simple y automatizada.

Somundy es un grupo empresarial formado en 1982 que se dedica al desarrollo, la innovación, producción y mercadeo de soluciones constructivas basadas en Light Steel Frame. Somundy está conformado por una compañía conocida como Termosteel que tiene sucursales en Colombia, Perú, Paraguay, Chile y Ecuador, la cual está especializada en construcciones que proporcionan alta calidad y rentabilidad en edificaciones de acero galvanizado liviano.

En este trabajo de investigación se desarrolló una aplicación que permite crear un presupuesto de construcciones Steel Framing utilizando acero galvanizado liviano, se cuenta con el auspicio del grupo Somundy, y fue realizada para la empresa colaboradora Termosteel.

### **Contextualización del problema**

En la cotización de una construcción Steel Framing intervienen varios recursos como: mano de obra, materiales utilizados para la construcción, trabajos subcontratados, áreas de construcción, diseño de la obra, disposición de paredes, perfiles, entre otros. Estos recursos deben ser definidos previamente para establecer un presupuesto, lo que conlleva un esfuerzo

extenuante al tener que efectuar varios cálculos. El proceso que se utiliza para realizar cotizaciones es lento y complejo para los ejecutivos debido a que implica mucho tiempo y esfuerzo para entender la relación que hay entre las tablas que conforman la hoja de cálculo y la información que hay por detrás, es decir, datos correspondientes a los precios de trabajos subcontratados o de mano de obra, lo que produce que las especificaciones o la cantidad de material que se utilizará en la construcción no sean exactas. Por lo general, esto es causado por la innecesaria cantidad de información que para el operario es irrelevante, y aunque son fundamentales para realizar los cálculos utilizados en el presupuesto, mostrar al usuario tal cantidad de información la hace poco usable.

Una consecuencia al tener errores dentro del presupuesto es la pérdida monetaria de la empresa constructora, debido a que se hace cargo de la diferencia entre el valor presupuestado y el costo final de la obra.

### **Justificación del problema**

En Ecuador, el 57% de las viviendas son construidas con materiales tradicionales como lo es el ladrillo y cemento (Salas Ceballos, 1992), por lo que Steel Framing es una tecnología que recientemente se está implementando en el país. Nace principalmente como alternativa para solventar el déficit de vivienda, que se produjo por la migración interna del campo a la ciudad y que se puede evidenciar en las ciudades de Quito y Guayaquil (Duarte, 2020). Es así que, después de haber realizado una minuciosa revisión bibliográfica se pudo constatar que al ser una tecnología que apenas está siendo tomada en cuenta en el país, las herramientas informáticas para apoyar este método son escasas. Además, no existe un programa que permita realizar un presupuesto que abarque una cotización genérica de una edificación con estructuras de acero galvanizado liviano.

Son pocas las empresas que utilizan este tipo de construcciones en Ecuador, entre ellas se pueden mencionar Tugalt, Ecoliving, Cayopalm Beach y Termosteel, sin embargo, por el sismo ocurrido el 16 de abril del 2016, se propuso la reconstrucción de las zonas afectadas por la catástrofe con el uso de nuevas técnicas de construcción que fueran más económicas y rápidas, eficientes y sismo resistentes, entre ellas la más adecuada fue Steel Framing (Navas et al., 2019), esta situación incrementó la demanda de este tipo de construcciones dentro del país. Para las empresas que ofrecen este servicio, se convirtió en una necesidad la realización de un presupuestador adecuado que permitiera abarcar la creciente demanda de viviendas en Ecuador y que se encargue de efectuar correctamente los cálculos para tener resultados exactos o por lo menos cercanos a los costos que abarca una construcción con esta tecnología para así evitar pérdidas monetarias que afectan a la economía de la empresa.

Termosteel (2015) es una empresa pionera que desde 2015 ha introducido este sistema de construcción en Ecuador, maneja más de 12 tipos de perfiles en estructuras metálicas de varias secciones y espesores para la aplicación de distintos tipos de obras residenciales y no residenciales. Esta variedad de materiales y tipos de construcción vuelve la realización de una cotización con gran precisión una tarea complicada como se requiere en esta industria. La información necesaria para el presupuesto que se utiliza en la fabricación de este tipo de construcciones van desde las áreas de construcción y el tipo de material utilizado por los perfiles de la estructura, a los tornillos o pernos que se utilizan para las uniones, por lo cual el operario al estar expuesto a una gran cantidad de datos puede tener errores de tipeo o confusión en el ingreso de los detalles de construcción; en este momento en la empresa Termosteel existe un programa en Excel que utiliza más de tres mil líneas para realizar un presupuesto, provocando que el usuario navegue desde el inicio a distintas tablas lo que lo vuelve tedioso e ineficiente.

Realizar un presupuesto erróneo tiene grandes consecuencias para la empresa, debido a que puede afectar la credibilidad de la misma si el presupuesto difiere del resultado final de la construcción, y aunque las variaciones entre precios pueden existir, no debe ser un rango excesivo, debido a la pérdida monetaria que representa. Por ello se requiere mucho trabajo en la creación del presupuesto de forma que sea preciso y adecuado para los clientes. Sin embargo, esto denota una cantidad considerable de tiempo y esfuerzo por parte de los ejecutivos en realizar un presupuesto acertado.

Otro aspecto a considerar es que la eficiencia en presentar un presupuesto al cliente puede interferir con el resultado de la venta de la obra, debido a que si un cliente espera demasiado tiempo puede considerar otras opciones y prescindir de comprar estructuras de una tecnología poco usada en Ecuador como Steel Framing, terminar un presupuesto en poco tiempo es una pesada carga de trabajo para los operarios que buscan concretar una venta.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Desarrollar una aplicación web para la cotización de construcciones de acero galvanizado liviano basada en componentes aplicando la metodología Scrum.

### ***Objetivos Específicos***

- Realizar el estado del arte referente al desarrollo basado en componentes y la metodología Scrum para aportar información relevante al presente trabajo de investigación.
- Definir la experiencia de usuario que la aplicación debe proporcionar mediante una investigación de las necesidades y expectativas de los usuarios.
- Desarrollar los componentes del backend de la aplicación con el uso de Firebase, de manera que se cumplan con los requisitos funcionales del sistema.

- Desarrollar el frontend de la aplicación web mediante Angular, de manera que se cumplan con los requisitos funcionales del sistema garantizando un control de calidad y uso de buenas prácticas.
- Desplegar la aplicación en un hosting, para que pueda ser utilizada desde cualquier navegador web.
- Evaluar la implementación de la aplicación en la empresa Termosteel, utilizando el cuestionario SUS para medir la usabilidad desde la perspectiva de los usuarios.

### **Alcance**

Este proyecto de investigación se encuentra orientado a la creación de un programa presupuestario que permita crear cotizaciones de construcciones Steel Framing utilizando estructuras de acero galvanizado liviano. Esta aplicación fue realizada en Angular, utilizando Firebase como base de datos y se implementó en un hosting para que pueda ser utilizada en cualquier dispositivo que tenga un navegador. Las pruebas evaluadas en esta aplicación se realizaron en la empresa Termosteel, una franquicia del grupo Somundy con ejecutivos comerciales encargados de realizar los presupuestos, lo que permitió obtener la métrica de usabilidad a través del uso del cuestionario SUS, el cual sus siglas son System Usability Scale (Escala de usabilidad del sistema), desarrollado por John Brooke en 1986 que permite medir en una escala la usabilidad de cualquier aplicación.

Los módulos que se encuentran dentro de la aplicación son:

- **Módulo de Usuarios:** Los usuarios tienen distintos roles que tienen distintos permisos a las acciones que deseen realizar. Los roles que se han establecido son:  
administrador, colaborador y usuario.
  - Administrador: Tiene acceso a todas las funcionalidades del sistema y tiene la posibilidad de crear distintos tipos de usuarios.



- Colaborador: Tiene permitido crear nuevos materiales, secciones y capítulos.
- Vendedor: Tiene acceso a la funcionalidad de crear una cotización, crear un nuevo cálculo, crear cliente y listar sus cotizaciones.
- **Módulo de Clientes:** Este módulo permite crear los clientes a los que se encuentra dirigido el presupuesto.
- **Módulo de Materiales:** Las construcciones utilizan distintos materiales estos se encuentran ligados a la mano de obra y el trabajo subcontratado por lo que se requiere el uso de precios estandarizados para todos los presupuestos.
- **Módulo de Categorías:** Este módulo permite que los materiales sean organizados en categorías.
- **Módulo de Secciones:** Hace referencia a cada una de las secciones de la planificación de la obra, las cuales tienen los cálculos necesarios para establecer el presupuesto.
- **Módulo de Capítulos:** Este módulo permite organizar las distintas secciones por temas y aspectos del método de construcción.
- **Módulo de Presupuesto:** Utiliza resúmenes de los cálculos realizados para agruparlos y generar un documento del presupuesto que puede ser enviado directamente al cliente.

## Capítulo II: Marco Teórico

La ingeniería de software es una disciplina que busca una correcta gestión del software aplicando principios de la ciencia de la computación para alcanzar soluciones mediante el análisis, diseño y construcción de sistemas informáticos con el uso de metodologías, herramientas y técnicas de desarrollo (UNEMI, 2021).

El proceso de desarrollo de software es un ciclo de vida utilizado para el desarrollo de programas informáticos, a través de un conjunto de actividades que son requeridas para realizar un sistema, las cuales son: especificación de requerimientos, diseño, codificación, validación o pruebas y mantenimiento (Gómez & Gómez, 2012). Una metodología de software según (Tinoco et al., 2010) es una colección de procedimientos, técnicas, herramientas y documentación que ayudan a los desarrolladores de software a implementar nuevos sistemas de información, es decir que las metodologías de desarrollo describen de forma abstracta el orden de las tareas y actividades que se utilizan durante el proceso de desarrollo software. Implementar una metodología de desarrollo, según (Bahit, 2012), nos permite organizar de mejor manera el proyecto y obtener mejores resultados.

Las principales metodologías según (Gómez & Gómez, 2012) están divididas en tradicionales o pesadas y ágiles. En este trabajo de investigación se utiliza la metodología de desarrollo ágil, debido a que el enfoque ágil plantea la definición de un alcance global al principio, para luego ir incrementando cambios o requerimientos en las diversas iteraciones, de las cuales se realiza un software funcional (Bahit, 2012).

### **Metodologías de desarrollo ágil**

Las metodologías ágiles nacieron con el objetivo de disminuir la burocracia de las metodologías tradicionales o pesadas, debido a que en estas se busca imponer una disciplina al proceso poniendo énfasis en la planeación y documentación, lo que retrasa el proceso de

desarrollo (Cadavid et al., 2013). En febrero de 2001 se propuso el Manifiesto Ágil, una alternativa al problema mencionado anteriormente. Fue emitido en la reunión celebrada en Utah-EEUU, con la ayuda de 17 expertos en el tema, este manifiesto estipula las características a las que se rigen las metodologías ágiles en cuatro valores (Uribe & Ayala, 2007).

Los cuatro valores que se detallan en el manifiesto son:

- **Individuos e interacciones por encima de los procesos y herramientas:** Se valora el recurso humano debido a que se reconoce como factor de éxito en el desarrollo por las capacidades y facilidades para adaptarse al entorno (Uribe & Ayala, 2007).
- **Software funcionando sobre documentación extensiva:** En las metodologías tradicionales se pone énfasis en el uso de la documentación de cada parte del proceso de desarrollo como punto de partida para la siguiente fase, a comparación de las metodologías ágiles que pretende disminuir el tiempo de la documentación para desarrollar pequeñas partes funcionales y operativas proyecto de software (Bahit, 2012). En la metodología de desarrollo ágil se realiza el proceso de desarrollo del software de tal forma en que se pueda producir rápidamente un software útil y funcional (Pressman, 2013).
- **Colaboración con el cliente más que la negociación de un contrato:** La interacción del cliente con el equipo de desarrollo en esta metodología es constante, donde se valoran los aportes y cambios que propone el cliente durante el desarrollo, a diferencia de la metodología tradicional en el que se debe pasar un proceso administrativo para poder incluir un cambio o modificación (Bahit, 2012).
- **Responder a los cambios más que seguir estrictamente un plan:** Durante el proceso de desarrollo de software se pueden proponer cambios, la capacidad de adaptarse a estas modificaciones, determina el éxito o fracaso del proyecto, por eso el

proceso debe ser flexible y adaptable a nuevas funcionalidades o requerimientos (Uribe & Ayala, 2007).

Todos estos valores nos indican que utilizar esta metodología nos brinda un proceso flexible y adaptativo a los cambios con mayores probabilidades de éxito, sin embargo, según (Gómez & Gómez, 2012) esta metodología es aplicable cuando se dan las siguientes condiciones:

- Proyectos pequeños y equipos con menos de cien personas.
- Requerimientos cambiantes.
- Equipo de desarrollo competente y calificado
- Cliente dispuesto a participar en el proceso de desarrollo.

## **Scrum**

La palabra “Scrum” no proviene de una sigla, sino de un concepto del deporte rugby, que se refiere a la formación requerida para recuperar de forma rápida un juego, en el que los jugadores se apoyan entre ellos para conseguir el balón, se utiliza este término porque se persigue un objetivo en común, mediante la colaboración total del equipo (Cadavid et al., 2013).

Scrum fue desarrollada por Ken Schwaber, Jeff Sutherland y Mike Beedle. Es un marco de trabajo iterativo e incremental para el desarrollo de proyectos, productos y aplicaciones (Deemer et al., 2010). Es un proceso en el que se utilizan buenas prácticas para lograr una colaboración eficaz del equipo de desarrollo, para obtener el mejor resultado posible (Cadavid et al., 2013). Scrum está fundamentada en la teoría del control empírico de procesos, la cual detalla tres bases, que son la transparencia en el proceso, inspección periódica, y la adaptación a los cambios (Bahit, 2012).

En Scrum se realizan entregas parciales del software totalmente funcional, con prioridad de las funcionalidades decididas por el cliente, según (Pressman, 2013), estas características definen que los proyectos a los que Scrum está especialmente dedicado para proyectos con:

- Entornos complejos, con una necesidad de obtener resultados rápidos.
- Requisitos cambiantes o poco definidos.
- Una necesidad de innovación, competitividad y flexibilidad.

### **Roles**

Los roles que intervienen en el ciclo de vida en la metodología Scrum son: Scrum Master, Product Owner y el equipo de desarrollo o Scrum Team.

- **Product Owner:** Es una sola persona que representa a los interesados, conoce del negocio y la visión del cliente para organizar sus ideas y crear el Backlog (Trigás, 2012), prioriza las tareas para definir una meta, de esta forma maximiza el valor del producto y asegura la transparencia del proceso de desarrollo (Gonçalves, 2018).
- **Scrum Master:** Es el dueño del proyecto y encargado del equipo de desarrolladores, su función es garantizar que se realice el proyecto siguiendo adecuadamente la metodología (Cadavid et al., 2013), también está encargado de resolver los conflictos dentro del equipo para evitar que se retrase el desarrollo (Bahit, 2012).
- **Equipo de desarrollo o Scrum Team:** Es el equipo de desarrolladores que crean un producto funcional a partir del Backlog, el equipo puede estar compuesto por programadores, testers, arquitectos, etc., sin embargo en el equipo no existe jerarquía por lo que todos comparten un mismo cargo como desarrolladores, y como principal característica deben ser capaces de trabajar en equipo (Bahit, 2012); el equipo es auto gestionable por lo que tienen autoridad para organizarse y tomar decisiones durante el ciclo de vida del producto (Trigás, 2012).

## ***Sprint***

Scrum consiste en el desarrollo de software de forma incremental mediante iteraciones llamadas Sprint, la cual se define como un periodo de tiempo establecido en el que se crea un producto funcional en base a los requerimientos del cliente, puede durar de 1 a 4 semanas (Gonçalves, 2018), se toma cada sprint como un proyecto independiente, no se puede iniciar un nuevo sprint sin finalizar la anterior, inician de forma consecutiva sin descansos (Bahit, 2012).

## ***Artefactos***

Scrum tiene artefactos que sirven para garantizar la transparencia del ciclo de vida de desarrollo, según (Gonçalves, 2018) estos son:

- **Backlog del Producto:** Es una lista donde se organizan las necesidades del cliente, en otras palabras, contiene todos los requerimientos del producto final, además incluye también las modificaciones durante el ciclo de vida del producto.
- **Backlog del Sprint:** Es una lista de requerimientos, se suelen llamar historias de usuario, en los que se trabaja durante el Sprint, es seleccionada del Backlog de Producto para crear un producto funcional.
- **Incremento:** Cada paso realizado después del Sprint es un incremento del producto, es decir es la suma de la lista de requerimientos finalizados durante todos los Sprints realizados.

## ***Eventos***

Según (Gonçalves, 2018), los eventos que se realizan en Scrum son: Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review, and Sprint Retrospective.

- **Sprint Planning:** Se realiza una reunión con todo el equipo, el equipo de desarrollo escoge los requerimientos que se pueden desarrollar durante el Sprint, el Product

Owner analiza el objetivo del Sprint en conjunto los elementos del Backlog para lograr un producto utilizable, dando como resultado el Sprint Backlog (Gonçalves, 2018).

- **Daily Scrum:** Es una reunión breve en el que se analiza y planifica las tareas de las próximas 24 horas, también implica una revisión de las actividades del día anterior, de esta forma se busca lograr el objetivo del Sprint (Gonçalves, 2018).
- **Sprint Review:** Una vez se termina el Sprint se invita a los stakeholders, el equipo de desarrollo y el Product Owner, en esta reunión se evalúa las tareas que faltan del Review anterior y lo que las que faltan por terminar dentro del Sprint actual, también se inspecciona el incremento y se adapta el Backlog del producto en caso de ser necesario (Gonçalves, 2018).
- **Sprint Retrospective:** Es una reunión que se realiza una vez se termine el Sprint Review, se inspecciona el resultado del Sprint y se desarrolla un plan para mejorar los procedimientos del desarrollo para el siguiente Sprint, de esta forma se centra en la inspección, adaptación y mejora del producto (Gonçalves, 2018).

En la Figura 1 se puede observar el ciclo de Scrum, donde se detallan los roles, eventos y artefactos utilizados en esta metodología, el inicio de este ciclo es la creación del Backlog del producto pasa al Sprint Planning, que da como resultado el Backlog del Sprint, se procede al desarrollo del Sprint, ejecutando una reunión Daily Scrum, una vez terminado pasa a un Sprint Review y Retrospective de esta forma se obtiene un producto funcional, en caso de ser necesario vuelve a comenzar un nuevo Sprint.

**Figura 1**

*Metodología Scrum (Sarzosa, 2020)*



## Experiencia de usuario

Según la norma ISO 9241-210:2010, Ergonomics of human-system interaction (2010), la experiencia de usuario es el conjunto de las percepciones y respuestas de una persona como resultado del uso o de la anticipación del uso de un producto, sistema o servicio, esto incluye emociones, creencias, preferencias y comportamientos que se producen antes, durante y al final del uso de un producto.

Para realizar el diseño de la experiencia de usuario según (Madrid, 2020) las tareas más comunes son:

- **Investigación con usuarios:** Utilizada para obtener información sobre los usuarios, sus objetivos y necesidades, los problemas o sus expectativas de un producto o servicio.
- **Definir los requerimientos:** Sirve para comprender a los usuarios, las tareas y el contexto de uso del producto, y de esta forma definir los requerimientos para el diseño o desarrollo.



- **Diseño conceptual de los productos y servicios:** se suele realizar sobre el papel para definir qué funcionalidades se ofrecerán y cómo se estructurará el producto.
- **Definir la arquitectura:** Permite conocer la forma en la que la aplicación se organiza.
- **Prototipado y diseño del interfaz:** Consiste en generar prototipos de del diseño de la interfaz, que pueden ser bocetos con distintos niveles de detalle.
- **Tests de usabilidad.** Consiste en definir actividades para realizar en el producto o servicio, y evaluar cómo ejecutan las actividades de un número determinado de usuarios.

### ***Usabilidad***

Según la ISO 9241 (1996) define a la usabilidad como métodos que permiten evaluar si una aplicación es usable y logra metas específicas como efectividad, eficiencia y satisfacción del usuario en un contexto particular. El concepto de usabilidad según (Cancio & Bergues, 2013) tiene dos componentes, el primero es sobre el aspecto funcional de un sistema y el segundo se refiere a cómo los usuarios pueden usar esa funcionalidad, entonces la usabilidad se refiere directamente a la forma en que el sistema es usable desde la perspectiva del usuario.

### ***Cuestionario SUS***

El cuestionario SUS o System Usability Scale, la ventaja de este cuestionario es que tiene un número reducido de preguntas para medir con precisión la usabilidad de una herramienta, programa informático, instrumentos, etc., por lo que necesita poco tiempo para contestar y su calificación es simple de realizar (Serrano & Cebrián, 2014). Este cuestionario tiene un total de diez preguntas valoradas en una escala Likert que va del 1 al 5, donde 1 representa totalmente desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo, es aplicado luego de que los usuarios han utilizado la aplicación, para realizar el cálculo total del valor de usabilidad se toma la respuesta del usuario a los ítems impares y se resta uno, mientras que los pares se restan de 5, una vez obtenido estos valores se multiplica por 2,5 para el score total que va del 0 a 100.

Se considera que un puntaje “Excelente” se encuentra entre 80.30 a 100 puntos, “Bueno” entre 68 y 80.30, “Malo” de 51 a 68 y “Pésimo” menor a 51 puntos. (Brooke, 1995).

### **Historias de usuario**

Las historias de usuario son breves descripciones de las funcionalidades de un producto de software que tienen como objetivo comunicar las necesidades de los clientes usando una terminología lo más clara y simple posible, excluyendo palabras técnicas para una mejor comprensión por parte del usuario (Izaurre, 2013). Su origen proviene de la metodología Extreme Programming (XP) creada por Kent Beck, donde se pretende describir las historias de usuario desde la perspectiva del cliente con el fin de transmitir al equipo de desarrollo cómo debe funcionar exactamente el software. En la actualidad es utilizada por la mayoría de metodologías ágiles, incluyendo Scrum (Menzinsky et al., 2020).

De acuerdo a (Menzinsky et al., 2020), para llevar a cabo un proceso adecuado en el desarrollo de las historias de usuario, es recomendable realizarlo a través de una fórmula compuesta por tres pasos fundamentales conocidos como las 3 C's (Card, Conversation, Confirmation) definidos por Ron Jeffries en 2001, los cuales permiten capturar las funcionalidades de un sistema. Estos son descritos, a continuación:

- **Tarjeta (Card):** En este paso se pretende describir los requisitos del producto de software a través de tarjetas lo más conciso posible de forma que se logre comprender e identificar las funcionalidades para cada historia de usuario. Además, también se debe incluir la prioridad, el riesgo y el responsable del desarrollo de determinada funcionalidad. El formato estándar que se utiliza para formular la historia de usuario es el siguiente:
  - **Cómo:** Hace referencia al tipo o rol del usuario quien utilizará la funcionalidad a desarrollar.

- Quiero: Se describe cuál es el objetivo que se quiere lograr.
- Para: Es el beneficio o valor comercial que se obtendrá con el desarrollo de una funcionalidad.
- **Conversación (Conversation):** Este paso es fundamental ya que reúne a las partes interesadas para discutir lo que se ha formulado en el paso anterior. Se pretende tener ideas más claras de lo que se debe desarrollar y de ser necesario se realizan cambios en las historias de usuario antes de que sean implementadas ya que es necesario que todos tengan la misma visión del problema, así como también de la solución.
- **Confirmación (Confirmation):** Una vez que han sido aprobadas las historias de usuario se procede a ejecutarlas, sin embargo, es necesario que cada vez que se obtenga un producto funcional este sea presentando al usuario para confirmar que cumple con los criterios o pruebas de aceptación y sólo así saber si se logró implementar adecuadamente.

### ***Epics***

Un epic es una historia de usuario de gran tamaño es decir con alta granularidad, por lo que tiene un mayor grado de incertidumbre, tener un epic implica que no es posible completarlo en un solo sprint, por lo que generalmente se desglosa en varias historias de menor tamaño para su implementación, lo que permite gestionarlas de forma ágil, organizarlas y crear una jerarquía.

### **Desarrollo de Software Basado en Componentes (DSBC)**

DSBC es un paradigma que se basa en el uso de componentes como entidades pequeñas del modelo, donde un componente se entiende como una unidad de una aplicación de software que tiene un conjunto de requisitos o funciones que puede estar compuesto por otros componentes y está incorporado al sistema de tal forma que sean independientes en tiempo y espacio (Bertoa et al., 2002), es decir que el componente expone un conjunto de

servicios que son usados a través de interfaces definidas dentro del contexto de una arquitectura (Montilva et al., 2003).

El principio del paradigma de DSBC es la reutilización de software porque se desarrollan con el objetivo de ser utilizados nuevamente por otros sistemas o aplicaciones, reduciendo el tiempo de desarrollo y mejorando la fiabilidad del software, debido a que se utilizan componentes que fueron previamente probados (Bertoa et al., 2002), por esta razón según (Montilva et al., 2003) se definen las siguientes características especialmente para seguir este principio:

- Un componente debe tener una identificación que facilite su catalogación y búsqueda en repositorios.
- Debe ser accesible únicamente desde su propia interfaz, es decir que oculta los detalles de implementación y muestra solo las funciones a las que fue implementado como su interfaz, esto permite que el componente pueda ser reemplazado por otro que implemente la misma interfaz.
- Los servicios de un componente son invariantes, la interfaz y su objetivo no deben variar sin embargo se puede modificar la implementación del mismo.
- La documentación de un componente debe ser adecuada de forma que permita su búsqueda en los repositorios y permita la reutilización de software.
- Los componentes deben ser genéricos para que puedan usarse en distintas variedades de aplicaciones.

Según (Montilva et al., 2003) para utilizar este paradigma de programación es necesario que exista coordinación e interacción entre componentes, lo que requiere el uso de un marco regulatorio también llamado modelo de componentes que se establece en una infraestructura

de software o framework, en el caso de este proyecto se utilizó Angular, como framework basado en componentes.

### **Angular**

Entre 2008 y 2009 Misko Hevery estaban desarrollando un sistema de feedback interno para Google, sin embargo les fue imposible con la tecnología de la época, por lo que Misko retó al gerente del proyecto Brad Green con terminar este software en dos semanas utilizando el framework que Misko y su amigo Adam Abrons habían construido, como resultado el sistema fue terminado en tres semanas y se creó el framework de código abierto AngularJS para Javascript, y en su segundo lanzamiento pasó a ser simplemente Angular que se utiliza con Javascript o Typescript (Saks, 2019). Se nombró Angular por el uso de “angular brackets” o etiquetas en español (“<>”) del HTML.

Angular es un framework del lado del cliente proporciona la funcionalidad necesaria para manejar la entrada del usuario en el navegador, la manipulación de los datos del cliente, y la vista que es proporcionada como interfaz.

### **Herramientas de Desarrollo**

Las herramientas que se utilizaron en el ciclo de vida del software son: Node como entorno de ejecución, Firebase como base de datos, Visual Studio Code como Entorno de desarrollo Integrado (IDE), A2hosting como hosting y Jira como tablero ágil.

### **Node**

Node es un entorno de ejecución de Javascript que está basado en el motor de Google V8, orientado a eventos asíncronos, fue diseñado para crear aplicaciones web de forma escalable, no sigue una estructura con hilos como los Sistemas Operativos, sino que al ser eventos asíncronos, los procesos nunca se bloquean (OpenJS Foundation, s. f.), se puede

utilizar Node para agregar varias utilidades al código con Node Package Manager (npm) o ejecutar código de Javascript sin necesidad de un navegador (Moiseev & Fain, 2018).

Npm es un gestor de paquetes que sirve para descargar e instalar librerías o paquetes de terceros utilizando sólo una línea de comando, de esta forma los desarrolladores comparten software de manera gratuita (Moiseev & Fain, 2018), para este proyecto, esta herramienta es utilizada para la instalación de las dependencias de Firebase y los módulos necesarios para Angular.

### ***Firebase***

Firebase (Google, 2011a) es una plataforma de desarrollo de aplicaciones que permite la creación de software utilizando datos a tiempo real con el apoyo de la tecnología de Google Cloud, esta plataforma tiene dos tipos de base de datos las cuales son: Firebase Realtime Database y Cloud Firestore, en este proyecto se utiliza esta última.

- **Firestore Realtime Database:** Es una base de datos que está representada con un solo documento Json, gestionada como una jerarquía de árbol, el cliente debe pasar por toda la jerarquía y buscar los nodos secundarios para obtener información, por esta razón no es posible realizar consultas complejas con varios filtros (Wingerath et al., 2019). La ventaja es que si un nodo es modificado los cambios se perciben en tiempo real, esto se logra porque no utiliza solicitudes HTTP, sino que sincroniza los datos, es decir, cada vez que se alteran los datos, los dispositivos conectados reciben esta actualización en milisegundos (Google, 2011b).
- **Cloud Firestore:** Es una base de datos flexible y escalable que mantiene los datos sincronizados entre aplicaciones, esta base de datos a diferencia de Realtime Database, tiene una estructura más sencilla debido a que realiza el manejo de la información a través de colecciones y documentos (Wingerath et al., 2019), ofrece

soporte sin conexión para dispositivos móviles y la Web, por lo que puedes compilar apps con capacidad de respuesta que funcionan sin importar la latencia de la red ni la conectividad a Internet (Google, 2011a).

Firebase también ofrece funcionalidades como servicio de backend, lo que permite que el desarrollador ponga sus esfuerzos especialmente en el frontend, ahorrando tiempo de desarrollo, estas funcionalidades funcionan a través de peticiones a las APIs publicadas por Firebase (Google, 2011a).

Además de las bases de datos en este proyecto se utiliza Firebase Authentication, el cual se diseñó para ser un único SDK, ofrece varios procesos necesarios para la administración de usuarios, como por ejemplo se encarga de la seguridad encriptando la contraseña, distinción de roles y asignación de una identificación única (Moroney, 2017).

### ***Visual Studio Code***

Visual Studio Code es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft, está disponible para Windows, MacOS y Linux, la principal ventaja de este IDE es que tiene la posibilidad de instalar extensiones para utilizarlo con distintos lenguajes como Javascript, Typescript, C++, C#, Java, Python, PHP, también se puede agregar varios idiomas (Microsoft, s. f.-a).

Visual Studio Code posee varias funciones que ayudan al desarrollador, entre ellas se encuentra IntelliSense, el cual permite el autocompletado durante la escritura del código fuente. Otra funcionalidad que provee es la integración con Git, es un sistema de versionamiento, lo que permite verificar los cambios realizados a los archivos y subirlos a Git (Microsoft, 2022b). Este editor de código se utilizó en el proyecto como herramienta principal, debido a sus ventajas y funcionalidades que permite al desarrollar un proyecto de Angular.

### **Hosting**

El hosting es un servicio de alojamiento web en el que una empresa proveedora, permite alojar aplicaciones o páginas web del cliente, proporcionando un espacio determinado a cambio de una remuneración. Además, facilita la gestión, mantenimiento y actualización del sitio web, y garantiza la disponibilidad, velocidad de acceso y seguridad en los ficheros y datos del cliente (Baeza, 2019).

El hosting utilizado en este trabajo es A2hosting, una compañía creada en 2001 por Bryan Muthig que ofrece servicios de alojamiento de sitios web. Además, cuenta con una licencia de cPanel, una plataforma con una interfaz amigable que permite administrar fácilmente los servidores de alojamiento web.

### **Jira**

Jira es un conjunto de soluciones de la suite de Atlassian que se utiliza para la gestión y seguimiento de proyectos a través de un tablero ágil, el tablero es una interfaz que permite organizar las historias de usuarios y epics que se encuentran pendientes, en curso y terminadas, permite visualizar el flujo de trabajo, brindando una forma interactiva de realizar la transición de las historias y tareas del proyecto (Li, 2018).

Esta herramienta es utilizada por los equipos de desarrollo ágil debido a que permite planificar, asignar y gestionar las tareas presentes en un proyecto de manera empresarial, es utilizado en la metodología ágil debido a que impulsa la colaboración de los distintos equipos involucrados en el desarrollo, la gestión puede abarcar desde el diseño hasta el cliente final (Atlassian, 2022)



## Capítulo III: Especificación de requerimientos

### Introducción

En la ingeniería de software se habla sobre el ciclo de vida del software en el que se deben seguir ciertas actividades utilizando estándares para desarrollar con éxito un proyecto, una de las actividades primordiales es la especificación de requerimientos, por esta razón en este proyecto de investigación se ha utilizado la norma IEEE 830 para definir las necesidades de lo stakeholders.

En este capítulo se describe la especificación de requerimientos utilizando las secciones y subsecciones contempladas en la norma IEEE 830, en esta primera sección de introducción contempla el propósito, alcance, personal involucrado, definiciones, abreviaturas y referencias de la especificación de requerimientos.

### ***Propósito***

El propósito de la especificación de requerimientos de este proyecto es definir los requerimientos funcionales y no funcionales para el desarrollo de la plataforma que permite realizar presupuestos para construcciones de acero galvanizado liviano. La información presentada ha sido utilizada por el equipo de desarrollo para el planteamiento de los épicos y las historias de usuarios.

### ***Alcance***

Este proyecto abarca el desarrollo e implementación de una aplicación web “Presupuestador” que permite crear un presupuesto de construcciones de acero galvanizado liviano utilizando la información de los materiales y el precio de mano de obra con respecto a la implementación del material utilizado. Por esta razón, la aplicación incorpora la gestión de la información de los materiales. Este aplicativo también permite a los usuarios administrar la información de los clientes a los cuales se les asigna los presupuestos.

El acceso a la aplicación también se encuentra restringido y puede ser utilizada únicamente por los operadores de la empresa Termosteel, por lo que se añade la funcionalidad de inicio de sesión y el uso de roles para especificar el acceso a las funcionalidades del sistema, los roles que se utilizan son: el administrador, el colaborador y el vendedor; el administrador tiene acceso a todos los módulos, mientras que el colaborador puede gestionar la información de los materiales, mientras que los usuarios vendedores solo tienen acceso a la creación de presupuestos. En la Tabla 1 se describen de forma detallada los procesos que están presentes en la aplicación:

**Tabla 1**

*Historia de Usuario del módulo de usuarios*

<b>Proceso</b>	<b>Descripción</b>
<b>Iniciar sesión y registrar usuarios</b>	Este proceso permite restringir el acceso de la aplicación, de forma que solo pueda ser utilizada por los trabajadores de Termosteel, los administradores pueden registrar usuarios, y los usuarios pueden iniciar sesión mediante un correo electrónico y su contraseña.
<b>Registrar clientes</b>	En este proceso se puede registrar información relevante de los clientes, esta información es utilizada para la creación del presupuesto.
<b>Visualizar clientes</b>	Este proceso permite a los vendedores tener acceso únicamente a los clientes ingresados por el mismo, mientras que el administrador puede gestionar todos los clientes.
<b>CRUD categorías</b>	Las categorías son utilizadas para organizar los materiales, por lo que este proceso permite crear las categorías de los materiales.

---

Proceso	Descripción
<b>CRUD materiales</b>	En el presupuesto, se utiliza el precio de los materiales, al igual que el costo de la mano de obra necesaria para la construcción con estos materiales.
<b>CRUD capítulos</b>	Los capítulos permiten organizar los cálculos que se encuentran dentro del presupuesto, de esta forma es posible mostrar al cliente los detalles del presupuesto.
<b>CRUD secciones</b>	Las secciones nos permiten crear distintos tipos de cálculos a través de formularios definidos, y luego enlazados a los capítulos.
<b>Crear presupuesto</b>	Este proceso nos permite agregar datos relevantes del presupuesto y enlazarlo al cliente que solicitó el presupuesto, además de la opción de escoger entre dos tipos de precios de materiales y la mano de obra utilizada.
<b>Agregar cálculo</b>	Los cálculos son los componentes más pequeños del presupuesto y están ligados a las secciones, un conjunto de estos cálculos permite la obtención del presupuesto.
<b>Agregar ítem</b>	Este proceso nos permite agregar las secciones que el cliente solicite al presupuesto, de esta forma se pueden generar varios presupuestos distintos agregando ítems según sea necesario.
<b>Listar presupuestos</b>	Este proceso le permite al vendedor tener una información detallada de los presupuestos a partir de la fecha de creación del presupuesto.
<b>Generar documento PDF</b>	El proceso final es la generación del presupuesto en un documento con formato PDF, de esta forma el presupuesto puede ser enviado por distintos medios de comunicación.

---

## **Definiciones**

En esta sección se describen los términos que se utilizan en este capítulo para realizar la especificación de requerimientos.

- **OAuth2.0:** Es un protocolo que se utiliza para estandarizar los procesos de autorización, se puede utilizar en aplicaciones web, de escritorio, entre otros dispositivos.
- **Frontend:** Esta parte de la aplicación es conocida como el lado del cliente debido a que interactúa con los usuarios.
- **Backend:** Esta parte de la aplicación es conocida como lado del servidor porque realiza la parte de acceso de datos y se comunica con la base de datos.
- **Open source:** Este término hace referencia al código que es accesible para todo público, y puede ser modificado y distribuido.
- **Framework:** Es una herramienta que se utiliza como estructura base y que permite elaborar un proyecto de forma más rápida.

## **Acrónimos y abreviaturas**

- **IEEE:** Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
- **RE:** Requerimiento Específico
- **RF:** Requisito Funcional
- **NR:** Nombre del Requerimiento
- **HTTP:** Protocolo de Transferencia de Hipertexto
- **HTTPS:** Protocolo Seguro de Transferencia de Hipertexto
- **CRUD:** Creación, lectura, actualización, y eliminar. (Create, Read, Update, Delete)
- **PDF:** Formato de Documento Portátil
- **RAM:** Memoria de Acceso Aleatorio
- **SSD:** Unidad de Estado Sólido

## **Referencias**

En la Tabla 2 se detallan las referencias de los documentos y normas utilizados para definir la especificación de requisitos dentro de este capítulo.

**Tabla 2**

*Referencias utilizadas en la especificación de requerimientos*

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
<b>IEEE 830</b>	IEEE Std 830-1984, Guide for Software Requirements Specifications.
<b>IEEE 610</b>	IEEE Std 610.12-1990, Standard Glossary of Software Engineering Terminology (ANSI).

## **Visión general del documento**

Para especificar los requerimientos del proyecto, en las siguientes secciones se detalla desde una perspectiva muy general hasta una visión específica, cada requerimiento y proceso que comprenderá el proyecto, también cuenta con toda la información necesaria para entender de manera clara y concisa este capítulo. En la siguiente sección se detalla una descripción general del proyecto, lo que incluye la perspectiva, funciones del producto, las características de los usuarios, restricciones, suposiciones, dependencias, y requisitos futuros. En la sección final de este capítulo se detallan los requisitos específicos, los cuales incluyen requisitos funcionales, interfaces externas, requisitos de rendimiento y las restricciones del diseño.

## **Descripción general**

En esta sección se presenta un breve preámbulo para comprender los requisitos específicos presentando una descripción del producto que se desarrolla en este trabajo de investigación.

### ***Perspectiva del Producto***

Este proyecto fue desarrollado con la finalidad de optimizar y agilizar los procesos para realizar cotizaciones de construcciones de acero galvanizado liviano en la empresa Termosteel. El producto final consiste en una aplicación web basada en componentes que utiliza Firebase como base de datos para el almacenamiento de los diferentes cálculos y otros datos necesarios para efectuar la cotización, así como también utilizado para el desarrollo del backend con el cual se crearon las distintas peticiones HTTP para enviar las consultas a la base de datos. Para el desarrollo del frontend se utilizó Angular, un framework open source basado en JavaScript.

### ***Funciones del Producto***

En la Tabla 3 se describen las diferentes funcionalidades que conforman la aplicación web:

**Tabla 3**

#### *Funciones del producto desarrollado*

<b>Proceso</b>	<b>Funciones</b>
<b>Iniciar sesión y registrar usuarios</b>	Este proceso consiste en la creación de usuarios, los cuales tienen acceso a diferentes funcionalidades de la aplicación dependiendo de su rol (administrador, colaborador y usuario). La autenticación de los usuarios es realizada a través de Firebase Authentication. Sólo un usuario de tipo administrador puede crear otros usuarios.
<b>Registrar clientes</b>	La función de este proceso es registrar nuevos clientes a los cuales posteriormente se les puede asignar un presupuesto. Esto lo puede realizar un administrador o usuario.

Proceso	Funciones
<b>Visualizar clientes</b>	Los administradores pueden visualizar todos los clientes que hayan sido creados en la aplicación, mientras que los usuarios pueden listar únicamente aquellos que han sido creados por ellos, luego pueden seleccionar cualquiera para ver más a detalle la información personal.
<b>CRUD categorías</b>	Dentro de este proceso, se pueden crear nuevas categorías las cuales pueden ser asignadas posteriormente a los materiales. Una categoría únicamente puede ser creada por un administrador o colaborador.
<b>CRUD materiales</b>	Este proceso permite crear nuevos materiales en donde se debe especificar información como el precio del material, precio de mano de obra, código del material, entre otros. Esta funcionalidad únicamente la puede realizar el administrador y colaborador.
<b>CRUD capítulos</b>	La función de este proceso consiste en crear un nuevo capítulo, el cual puede ser asignado a una sección. Esta función puede ser realizada por el administrador y el colaborador.
<b>CRUD secciones</b>	Los administradores y colaboradores tienen la opción de crear una nueva sección donde se debe detallar determinada información como el tipo de formulario, lo cual va a permitir especificar qué campos y cálculos se van realizar en la sección.

Proceso	Funciones
<b>Crear presupuesto</b>	Esta funcionalidad puede ser realizada por un usuario o administrador en donde se debe especificar qué tipo de costo va a tener tanto el material como la mano de obra, así como también seleccionar un cliente de la lista. Una vez creada la cotización, se direcciona a la página donde se muestra un resumen del presupuesto.
<b>Agregar cálculo</b>	Este proceso permite al usuario o administrador agregar uno o varios cálculos dependiendo de la sección seleccionada, los cuales son almacenados en la base de datos y posteriormente agregados al resumen de cálculos que están agrupados por capítulos.
<b>Agregar ítem</b>	La función de este proceso consiste en mostrar los resúmenes de los cálculos en una tabla, donde cada uno de ellos cuenta con un botón para agregar al resumen de la cotización y posteriormente ingresar otros datos para obtener el valor total de la cotización.
<b>Listar presupuestos</b>	Este proceso permite listar las cotizaciones por cliente y dentro de un rango de fechas especificado por el usuario.
<b>Generar documento PDF</b>	El botón para generar un PDF se habilita cuando el usuario selecciona uno de los ítems y se deshabilita cuando no se ha seleccionado nada. El PDF que se genera muestra todos los ítems agregados por el usuario, así como también el precio final incluido IVA.

### ***Características de los usuarios***

La aplicación web dispone de tres tipos de usuario, dos de ellos requieren un conocimiento en el área al que está dirigida la aplicación y el otro usuario corresponde al que utiliza la aplicación web para crear presupuestos. En la Tabla 4 se especifica a detalle la



descripción y capacidad técnica para cada uno de los usuarios que conforman el presente proyecto.

**Tabla 4**

*Características de los usuarios*

Usuario	Descripción	Capacidad técnica
<b>Administrador</b>	Este usuario tiene acceso a todos los componentes de la aplicación, desde la creación de usuarios hasta la creación de presupuestos.	Este usuario no necesita tener conocimiento en el área técnica, sin embargo, debe saber cómo utilizar un computador o teléfono móvil para acceder a la aplicación desde un navegador y también conocer acerca de las construcciones de acero galvanizado liviano y lo que lo conforma.
<b>Colaborador</b>	El colaborador únicamente tiene acceso a la creación de secciones, capítulos, categorías y materiales.	Al igual que el administrador únicamente debe tener conocimiento en el área al que está enfocada la aplicación y saber utilizar una computadora o teléfono móvil.

Usuario	Descripción	Capacidad técnica
<b>Vendedor</b>	Este tipo de usuario se encarga de crear nuevos clientes a los cuales posteriormente se les puede asignar un presupuesto, agregar cálculos a la cotización y también generar un documento PDF donde se puede visualizar un resumen del presupuesto incluyendo los ítems agregados y el precio total incluyendo IVA.	Este usuario no necesita contar con capacidades técnicas, sólo debe ser capaz de usar un computador o teléfono móvil para acceder a la aplicación a través de un navegador.

### ***Suposiciones y Dependencias***

Para poder utilizar la aplicación web que presupuesta construcciones con acero galvanizado liviano, es necesario que el usuario cuente con un dispositivo que le permita acceder a la misma a través de un navegador web y también a Internet, debido a que realiza peticiones HTTP a la base de datos de Firebase para realizar el respectivo CRUD a los diferentes componentes que conforman la aplicación.

### **Requisitos Específicos**

En esta sección se describen tanto los requisitos funcionales, requisitos no funcionales como los requisitos relacionados con las interfaces externas necesarios para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación web para presupuestar construcciones con acero galvanizado liviano.

### ***Requisitos Funcionales***

En la Tabla 5 se describen los requisitos funcionales de la aplicación web a desarrollar. Es necesario que los requisitos sean identificados y planteados correctamente para poder

continuar con la planificación, diseño e implementación de pruebas de la aplicación para presupuestar cotizaciones con acero galvanizado liviano.

**Tabla 5**

*Requisitos Funcionales*

<b>RE</b>	<b>NR</b>	<b>Características</b>
<b>RF01</b>	Registro e inicio de sesión de los usuarios	El usuario administrador es el encargado de crear otros usuarios con sus respectivos roles (Administrador, Colaborador y Vendedor). Posteriormente, cada usuario debe iniciar sesión para poder utilizar las diferentes funcionalidades a las que tiene acceso.
<b>RF02</b>	Crear, Editar clientes	El administrador y vendedor, podrán registrar nuevos clientes donde se debe ingresar los siguientes datos: nombre, apellido, correo electrónico, cédula, teléfono y dirección.
<b>RF03</b>	Listar clientes	El administrador puede visualizar todos los clientes creados, cambiar su estado de activo a inactivo y también seleccionar uno de ellos para editar los datos. El usuario de tipo vendedor únicamente puede visualizar aquellos clientes creados por él y realizar las acciones mencionadas anteriormente.
<b>RF04</b>	Crear, Editar capítulo	Tanto el usuario administrador como colaborador pueden crear un nuevo capítulo donde deben especificar el nombre del mismo.
<b>RF05</b>	Listar capítulos	Los usuarios administrador y colaborador pueden listar todos los capítulos, cambiar su estado de activo a inactivo, editar o eliminar.

RE	NR	Características
<b>RF06</b>	Crear, Editar sección	El administrador o colaborador pueden crear una nueva sección, donde deben especificar los siguientes datos: nombre de la sección, número de zona (opcional), detalle (opcional), tipo de formulario para realizar un cálculo y asignar un capítulo (opcional).
<b>RF07</b>	Listar secciones	El usuario de tipo administrador y colaborador tienen acceso a listar todas las secciones, donde cada una tiene la opción de cambiar el estado de activo a inactivo, editar los datos o eliminar.
<b>RF08</b>	Crear, Editar categoría	El administrador y colaborador pueden crear una nueva categoría, donde se debe especificar el nombre de la misma y agregar un tipo o subcategoría (opcional).
<b>RF09</b>	Listar categorías	El usuario de tipo administrador y colaborador pueden listar todas las secciones, donde cada una tiene la opción de cambiar el estado de activo a inactivo, editar los datos o eliminar.
<b>RF10</b>	Crear, Editar material	Tanto el administrador como colaborador pueden crear un nuevo material donde deben especificar los siguientes datos: código del material, seleccionar una categoría, seleccionar una subcategoría (opcional), nombre, los costos correspondientes al material y los costos referentes a la mano de obra. También se puede ingresar el espesor, largo, ancho, peso o ingresos, sin embargo, estos son opcionales.

RE	NR	Características
RF11	Listar materiales	Los usuarios administrador y colaborador pueden listar todos los materiales, donde cada uno tiene la opción de cambiar el estado de activo a inactivo, editar los datos o eliminar.
RF12	Crear presupuesto	El administrador o vendedor puede crear un nuevo presupuesto, para ello deben ingresar los siguientes datos: seleccionar el tipo de costo del material y el tipo de costo de mano de obra, ingresar un cliente y la descripción (opcional). Una vez creado, direcciona al usuario a la página de resumen del presupuesto.
RF13	Agregar cálculo	El usuario de tipo administrador o vendedor puede agregar un cálculo al presupuesto, para ello deben seleccionar una sección y luego se despliega un formulario para ingresar los respectivos datos. Una vez que se han llenado todos los campos, se procede a guardar. Cada vez que el usuario ingrese un nuevo cálculo del mismo tipo de sección, los valores se irán sumando a los ya existentes.
RF14	Listar presupuestos	El administrador puede listar todos los presupuestos creados y seleccionar uno de ellos para ver a detalle el resumen del mismo. El vendedor puede listar únicamente los presupuestos creados por él y al igual que el administrador puede ver a detalle el resumen del presupuesto.

RE	NR	Características
RF15	Generar documento PDF	Tanto el administrador como el vendedor pueden exportar el resumen del presupuesto en un documento con formato PDF, donde se puede visualizar los cálculos agregados y el precio total del presupuesto con IVA incluido.

### ***Requisitos de Interfaces Externas***

En esta subsección se describen aquellos requisitos relacionados a las interfaces externas utilizadas en la aplicación web para presupuestar construcciones con acero galvanizado liviano. Estas interfaces están conformadas por: interfaz de usuario, interfaz de hardware, interfaz de software e interfaces de comunicación, las cuales son descritas a continuación:

**Interfaces de usuario.** Las interfaces para cada usuario son diferentes en cuanto a colores y las funcionalidades a las que tienen acceso. Es así que, para el usuario administrador el color asignado es el naranja ya que forma parte de los colores representativos de la empresa Termosteel. Además, el administrador tiene acceso a todas las funcionalidades de la aplicación desde la creación de los usuarios hasta la generación del documento PDF que muestra un resumen de un presupuesto creado previamente.

Por otro lado, para el usuario colaborador su color representativo es el verde y únicamente tiene acceso a las funcionalidades para realizar el CRUD respectivo en los capítulos, secciones, categorías y materiales. Por último, para el caso del usuario vendedor se le asignó el color azul y tiene acceso a crear, listar y modificar clientes, así como también a la funcionalidad de crear nuevos presupuestos donde puede asignar a un cliente previamente creado y escoger los precios tanto para el material como mano de obra.

**Interfaces de hardware.** Debido a que la aplicación web final se encuentra desplegada en un Hosting, los usuarios únicamente deben acceder a ella a través de un navegador, por lo cual deben contar con dispositivos tecnológicos (computadora de escritorio, Tablet, laptop o un smartphone) que tengan requerimientos mínimos que les permita ingresar y que también dispongan de una conexión a Internet. La computadora de escritorio o laptop deben cumplir con las siguientes características básicas:

- Procesador de 64 bits.
- 4GB o más de memoria RAM.
- Espacio de disco duro o SSD de 256 Gb o más
- Periféricos de entrada y salida.
- Adaptador de red.

**Interfaces de software.** Para el correcto funcionamiento de la aplicación es necesario el uso de varias interfaces de software, las descritas a continuación se utilizan para el desarrollo de la aplicación:

- Firebase Authentication, permite el inicio de sesión mediante OAuth 2.0 y OpenID Connect, se utiliza a través del componente de “firebase-admin” con la versión 10.2.0 o mayor.
- Cloud Firestore mediante el componente “firebase” con la versión 8.1.2 o mayor,
- Node JS, se utiliza la versión 14.15.1, mientras que npm se usa la versión 6.14.8
- Para realizar pruebas unitarias se utiliza la versión 4.3.0 o mayor de Karma.

Mientras que las interfaces de software utilizadas para la ejecución de la aplicación son:

- Cualquier tipo de navegador, que puede ser Google Chrome, Firefox, Edge, etc.
- Cualquier servicio de hosting, en este caso se utiliza A2hosting.

**Interfaces de comunicación.** Para establecer una comunicación entre el usuario y la aplicación web, se utiliza el protocolo cliente-servidor HTTPS que se encarga de recibir peticiones realizadas por el usuario y que son enviadas a través de un navegador web, luego el protocolo entrega una respuesta que en esencia es la página web con todos sus elementos (texto, imágenes, videos, entre otros).

### ***Requisitos No Funcionales***

**Requisitos de Fiabilidad.** La aplicación web debe evitar que los usuarios ingresen información incorrecta, por lo cual es necesario que cada uno de los campos se encuentren validados y en caso de ingresar datos no correspondientes a lo solicitado, la aplicación se encarga de mostrar mensajes de advertencia indicando el problema ocurrido con el fin de asegurar que cada uno de los componentes funcionen adecuadamente.

**Requisitos de Rendimiento.** Dado que la aplicación se encuentra enlazada a una cuenta de Firebase gratuita, de acuerdo a la documentación proporcionada por Cloud Firestore, se permite realizar un máximo de 10,000 transacciones por segundo a la base de datos, así como también la cantidad máxima de conexiones que se pueden realizar simultáneamente tanto para clientes web como dispositivos móviles es de 1,000,000 y en caso de superar este límite, se verá afectada considerablemente la latencia y la tasa de errores.

**Requisitos de Seguridad.** Se ha integrado Firebase Authentication en la aplicación para garantizar la seguridad de la misma, el cual usa una versión modificada internamente de script, un algoritmo hash utilizado para cifrar las contraseñas que proporcionan los administradores al momento de crear los usuarios. Por otro lado, para verificar la identidad del usuario al momento de iniciar sesión, se usa OAuth2 para comprobar que las credenciales ingresadas sean correctas y con ello dar acceso a las funcionalidades de la aplicación.



El sitio donde se encuentra alojada la aplicación se encuentra bajo el protocolo HTTPS para la transferencia segura de datos entre el dispositivo del usuario y la aplicación web.

**Requisitos de Disponibilidad.** Este aspecto debe garantizar la disponibilidad de la aplicación durante 24 horas los 7 días de la semana para que el usuario pueda hacer uso de la misma el momento que lo requiera. De igual forma la base de datos que se encuentra en Firebase debe mantener la conexión con la aplicación siempre activa, de forma que se puedan realizar correctamente las consultas tanto para guardar como obtener la información que se muestra en cada una de las interfaces.

**Requisitos de Portabilidad.** Dado que la aplicación se encuentra desplegada en un Hosting, cualquier usuario que cuente con un dispositivo móvil, computador, Tablet o laptop, puede acceder a la aplicación web a través de un navegador.

## Capítulo IV: Diseño del proyecto

Este capítulo describe el diseño que posee el proyecto, y la forma en que se realizó el desarrollo y codificación de la aplicación web.

### Modelo de datos

Un modelo de datos es un diagrama perteneciente a un determinado sistema o aplicación web que permite representar gráficamente cada una de sus entidades o tablas, atributos o campos y las relaciones que existen entre las tablas (Stedman & Vaughan, 2021).

Sin embargo, en la aplicación desarrollada se utiliza una base de datos no relacional la cual no requiere modelar un esquema de datos debido a que es más flexible, es decir que, no es necesario definir qué atributos tendrá cada entidad. Además, a diferencia de las bases de datos relacionales, las entidades son conocidas como colecciones y los registros como documentos.

### Diseño de la base de datos

En la Figura 2 se puede observar que el esquema de modelo de datos corresponde a una base de datos no relacional debido a que no existe una relación como tal entre cada una de las colecciones. Cada uno representa una colección diferente (usuarios, clientes, capítulos, categorías, secciones, presupuesto, materiales, resumen y cálculos) y los campos que las conforman pueden variar dependiendo de los datos que se almacenen en cada documento o también conocido como registro en las bases de datos relacionales. Cabe recalcar que, en este proyecto, al tener distintas formas de cálculo, la colección tiene dos tipos de estructura, una estándar, que involucra los campos de referencia al presupuesto y sección, mientras que la segunda parte está conformada con una estructura distinta por cada cálculo, debido a que tienen distintos campos que influyen en el presupuesto.

Figura 2

Esquema de modelo de datos

```

"users": {
  "_id": {
    "email": string,
    "type": string,
    "uid": string,
  },
}

"clientes": {
  "_id": {
    "id": string,
    "active": boolean,
    "document": string,
    "email": string,
    "faddress": string,
    "fname": string,
    "lname": string,
    "phone": string,
    "userid": string,
  },
}

"capitulos": {
  "_id": {
    "active": boolean,
    "codigo": string,
    "descripcion": string,
  },
}

"categorias": {
  "_id": {
    "active": boolean,
    "codigo": string,
    "descripcion": string,
    "idform": number,
    "name": string,
    "order": number,
    "zone": number,
  },
}

"secciones": {
  "_id": {
    "status": boolean,
    "codigo": string,
    "detail": string,
    "orden": number,
    "tipo": array[string],
  },
}

"presupuesto": {
  "_id": {
    "active": boolean,
    "cliente": string,
    "date": timestamp,
    "observacion": string,
    "precioManoObra": string,
    "precioMaterial": string,
    "user": string,
  },
}

```

```

"materiales": {
  "_id": {
    "active": boolean,
    "capitulo": string,
    "codigo": string,
    "costoA": number,
    "costoB": number,
    "costoC": number,
    "costoD": number,
    "costonetoA": number,
    "costonetoB": number,
    "costonetoC": number,
    "costonetoD": number,
    "descripcion": string,
    "percent": number,
    "percent2": number,
    "precioacalculara": number,
    "precioacalcularb": number,
    "precioacalcularc": number,
    "precioacalculard": number,
    "subcapitulo": string,
    "espesor": number,
    "ingresos": number,
    "largo": number,
    "ancho": number,
    "peso": number,
  },
}

"resumen": {
  "_id": {
    "budget": string,
    "capitulo": number,
    "manoObra": number,
    "materiales": number,
    "seccion": string,
    "subcontratado": number,
  },
}

"calculos": {
  "_id": {
    "budget": string,
    "capitulo": number,
    "cantidad": number,
    "codMaterial": string,
    "locacion": string,
    "precioMaterial": number,
    "precioTotal": number,
    "seccion": string,
    "status": boolean,
  },
}

```

## Diagrama de Casos de Uso

El principal objetivo de modelar casos de uso es identificar todos los requisitos de un sistema o en este caso de la aplicación web y conocer cómo diferentes tipos de usuarios interactúan con ella para solucionar un problema. Un modelo de casos de uso está compuesto por tres componentes esenciales: actores, casos de uso y asociaciones, los cuales se describen a continuación (Bittner & Spence, 2013):

- Un actor puede ser una persona o cosa que interacciona con el sistema, principalmente para asegurar que las funcionalidades a las que ha sido asignado cumplan con su objetivo.
- Un caso de uso describe una parte funcional del sistema y este puede ser asignado a uno o más actores.
- Una asociación es la relación que existe entre el actor y el caso de uso, la cual puede ser representada de tres formas: extensión, inclusión o generalización-especialización, además permiten indicar el que inicia la interacción.

Por otro lado, un diagrama de caso de uso es la representación gráfica de determinada funcionalidad o de un subconjunto del modelo (Bittner & Spence, 2013). En la Figura 3, se puede visualizar el diagrama de casos de uso de la aplicación web para presupuestar construcciones con acero galvanizado liviano, en el caso de Administrador, mientras que en la Figura 4, se presentan los casos de uso del colaborador, y finalmente en la Figura 5 se muestra los casos de uso del vendedor.

Figura 3

Diagrama de casos de uso para el usuario Administrador

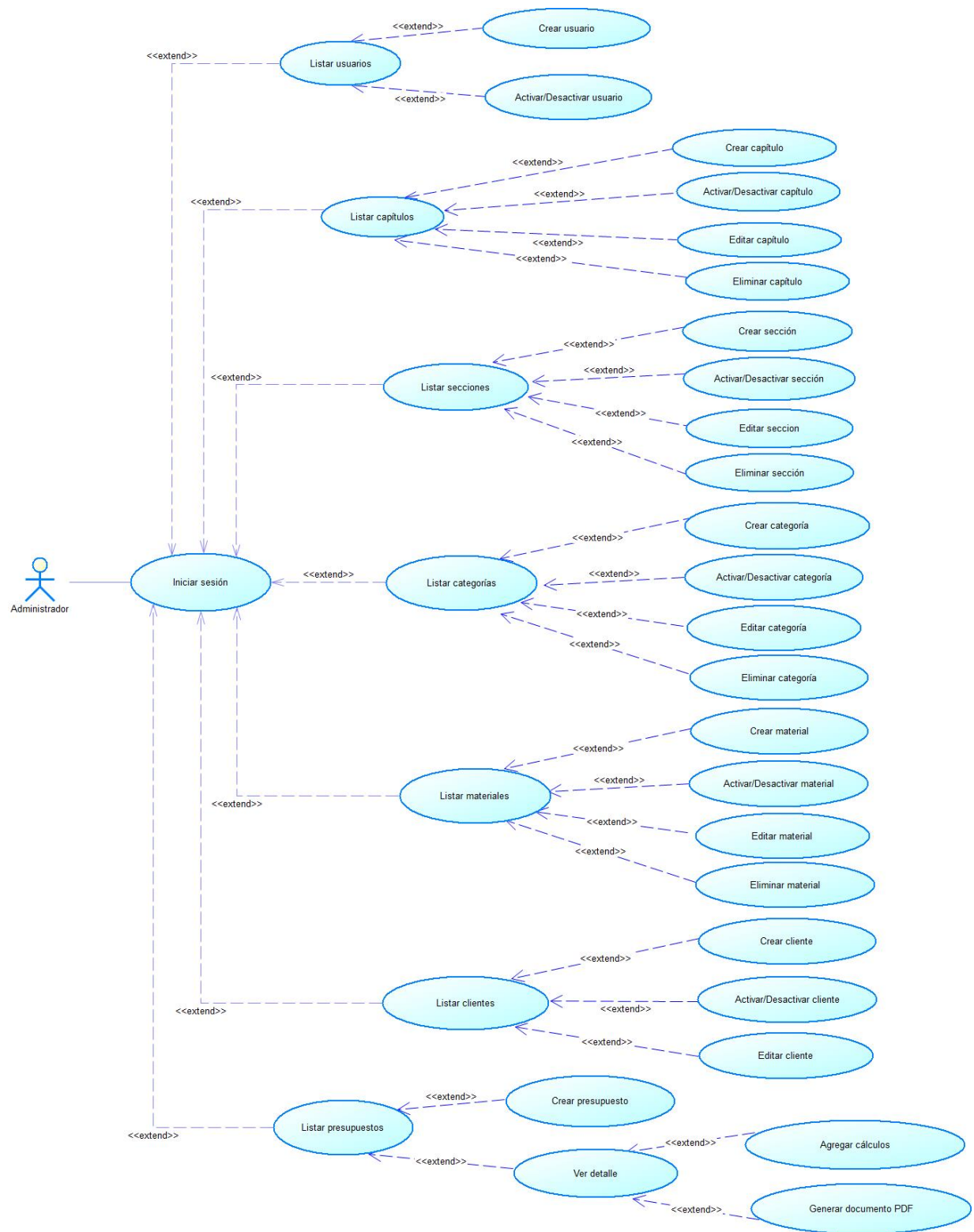
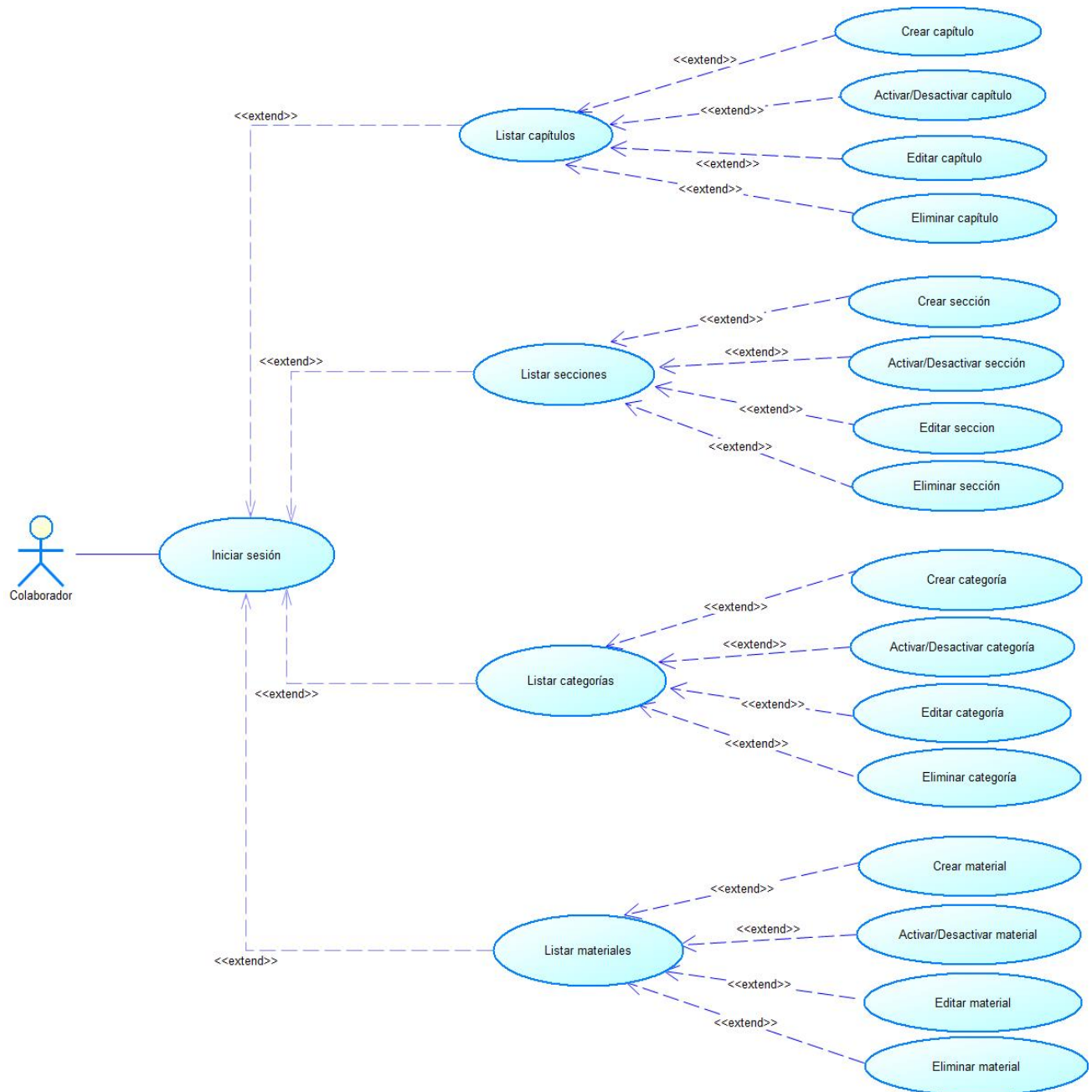


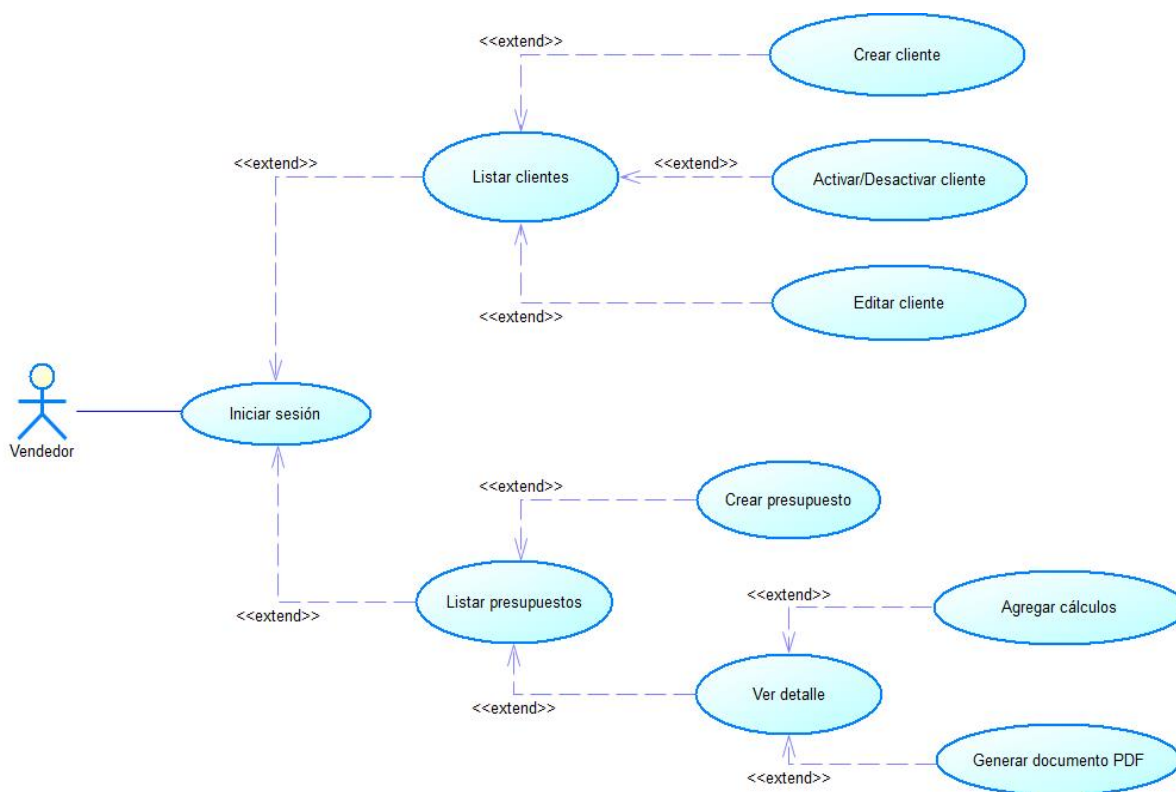
Figura 4

Diagrama de casos de uso para el usuario Colaborador



**Figura 5**

*Diagrama de casos de uso para el usuario Vendedor*



Como se pudo apreciar en el capítulo 3, cada uno de los requisitos funcionales de la aplicación web fueron descritos y posteriormente representados de forma gráfica en el diagrama de casos de uso, donde se puede observar que los tres tipos de usuario deben iniciar sesión para acceder a la aplicación y hacer uso de cada una de las funcionalidades asignadas. Sin embargo, únicamente el administrador es capaz de utilizar todos los casos de uso, a diferencia del colaborador que tiene sólo permitido realizar el respectivo CRUD tanto a secciones, capítulo como categorías y materiales. Mientras que, el vendedor puede crear, editar y listar clientes, así como crear y listar presupuestos y, por último, generar un documento PDF que permite visualizar un resumen de todos los cálculos agregados y del costo total del presupuesto.

## Diagrama de secuencia

Un diagrama de secuencia tiene como propósito representar gráficamente la interacción que existe entre dos o más objetos de manera secuencial. Este diagrama está conformado por tres elementos fundamentales que permiten visualizar cómo interactúan entre ellos, estos se describen a continuación (IBM, 2021):

- Actor: Al igual que en un diagrama de caso de uso, el actor es aquel objeto o persona que interactúa con la aplicación móvil y sus componentes.
- Línea de vida: Esto hace referencia a un objeto o componente, es decir, cualquier funcionalidad disponible dentro de la aplicación móvil.
- Mensajes: Esto representa la comunicación que existe entre los objetos (actor y línea de vida) en una determinada interacción.

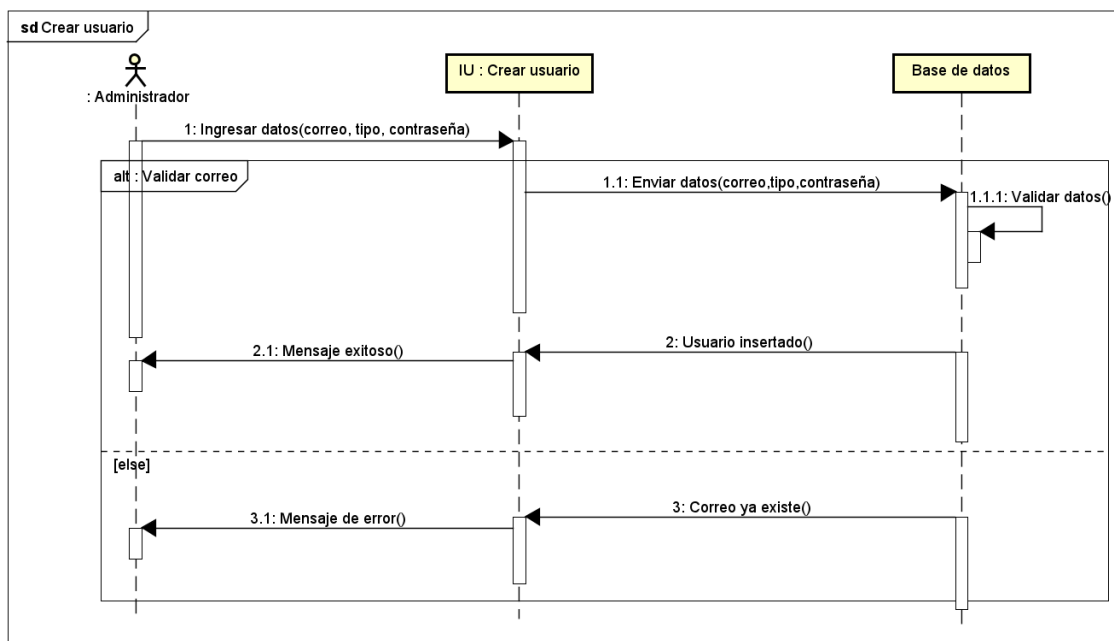
Para lograr una mejor comprensión del uso de un diagrama de secuencia, a continuación, se presentan tres de los escenarios principales que conforman la aplicación web desarrollada.

El primer escenario está dirigido a la creación de un nuevo usuario, esto se puede visualizar en la Figura 6, donde el usuario de tipo Administrador es el encargado de ingresar los datos del usuario (correo, tipo y contraseña) en la interfaz de Nuevo Usuario, luego estos datos son enviados a la base de datos donde se realiza una validación del campo correo para verificar si ya existe o no dentro de la base, de no ser así el usuario es creado correctamente y se le notifica al usuario mediante un mensaje de información, caso contrario el documento no es insertado y se despliega un mensaje indicando que ya existe un usuario con ese correo. Como se puede observar este diagrama está conformado por los tres elementos mencionados anteriormente, el actor que es el administrador, la línea de vida que son la interfaz de usuario y la base de datos, y, por último, el mensaje que representa la secuencia que hay en las interacciones entre los tres objetos.



Figura 6

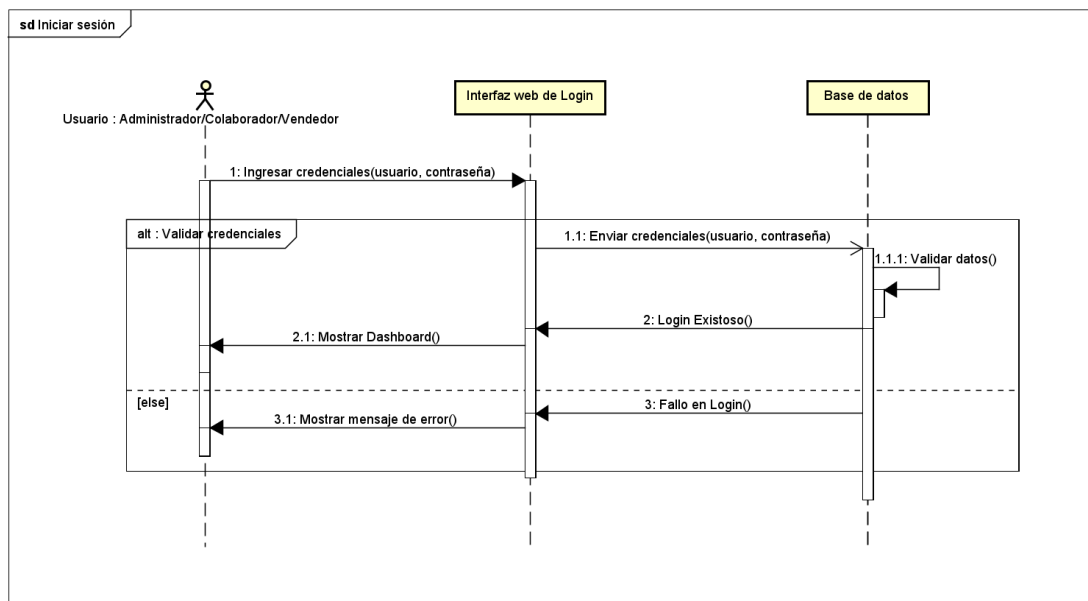
## Escenario Crear usuario



El registro de un nuevo usuario conlleva al siguiente escenario que es el de Iniciar sesión. Cualquier usuario que posea una cuenta activa dentro de la aplicación web, tiene acceso a las funcionalidades a las que ha sido asignado dependiendo de su rol. En este escenario comienza con cualquiera de los tres tipos de usuario, en donde deben ingresar en la interfaz de inicio de sesión sus respectivas credenciales: usuario (correo) y contraseña, luego estos datos se envían a la base para comprobar que existan dentro de la misma, de ser así se le direcciona al usuario a la página principal o Dashboard, caso contrario se despliega un mensaje indicando que los datos ingresados son incorrectos.

Figura 7

## Escenario Iniciar sesión

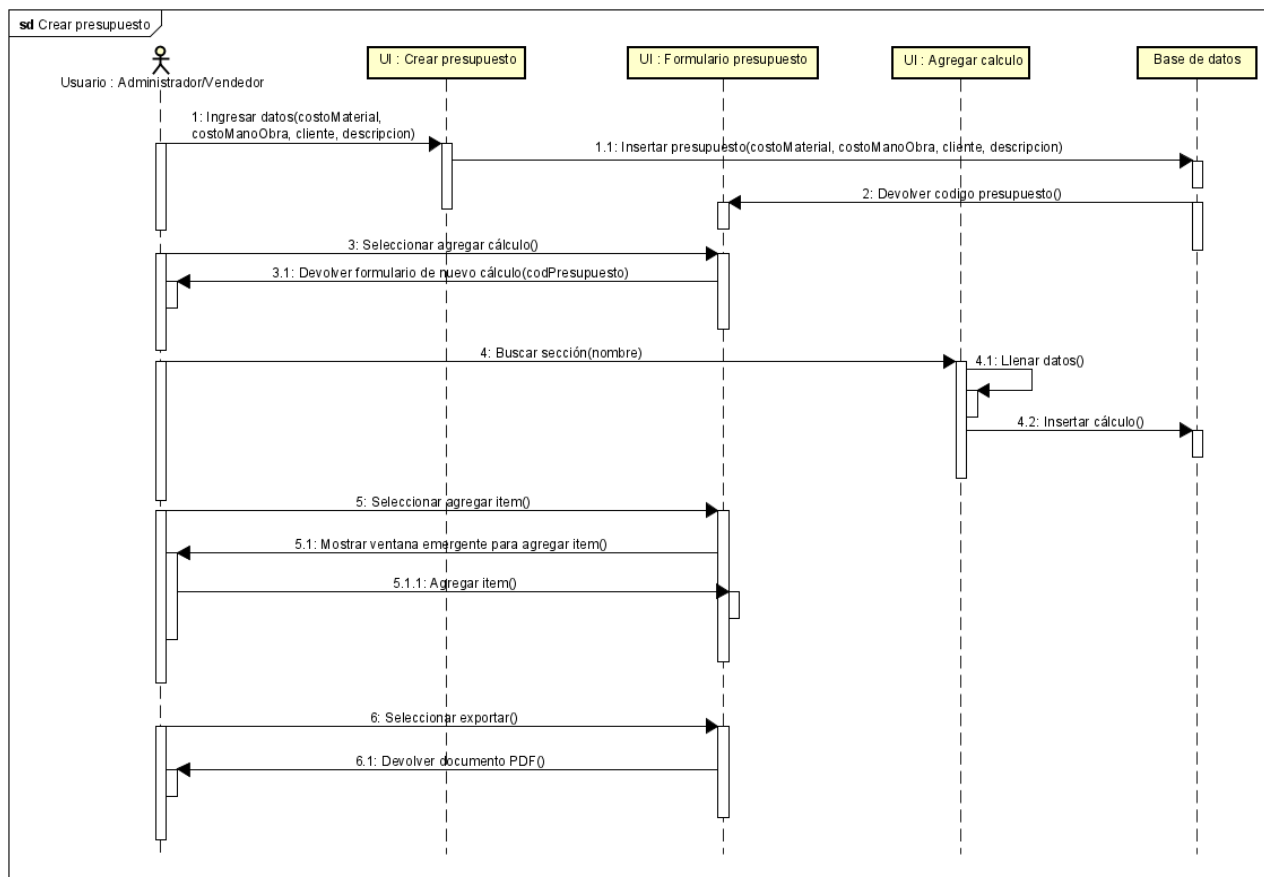


Como se mencionó anteriormente, una vez iniciada la sesión pueden hacer uso de cualquiera de las funcionalidades disponibles dentro de la aplicación. Una de ellas es la de Crear presupuesto a la cual pueden acceder únicamente los usuarios de tipo administrador o vendedor. Este escenario inicia con cualquiera de los dos usuarios, en donde para crear un nuevo presupuesto deben seleccionar el costo del material, costo de mano de obra, cliente e ingresar una descripción y, por último, guardar. Una vez creado el presupuesto, se direcciona al usuario a la página que tiene la información del presupuesto, ahí tiene tres opciones para escoger: agregar cálculo, agregar ítem y exportar. La función de agregar cálculo, envía al usuario a la interfaz de Agregar cálculo, donde se desplegará un formulario dependiendo de la sección que se seleccione, luego debe ingresar cada uno de los campos solicitados y dar clic en guardar para agregar el cálculo a la base de datos. Si el usuario agrega un nuevo cálculo de una sección agregada anteriormente, los valores de cada uno de los campos se irán acumulando y guardando en una colección de resumen de cálculos. La función de Agregar ítem muestra una ventana emergente con una lista de resúmenes por capítulo, ahí el usuario tendrá

la opción de seleccionar uno de ellos para agregar a la tabla de resumen del presupuesto. Por último, la función de Exportar permite al usuario generar un documento PDF con los cálculos agregados y el costo total del presupuesto realizado.

**Figura 8**

*Escenario Crear presupuesto*



**Diagrama de componentes**

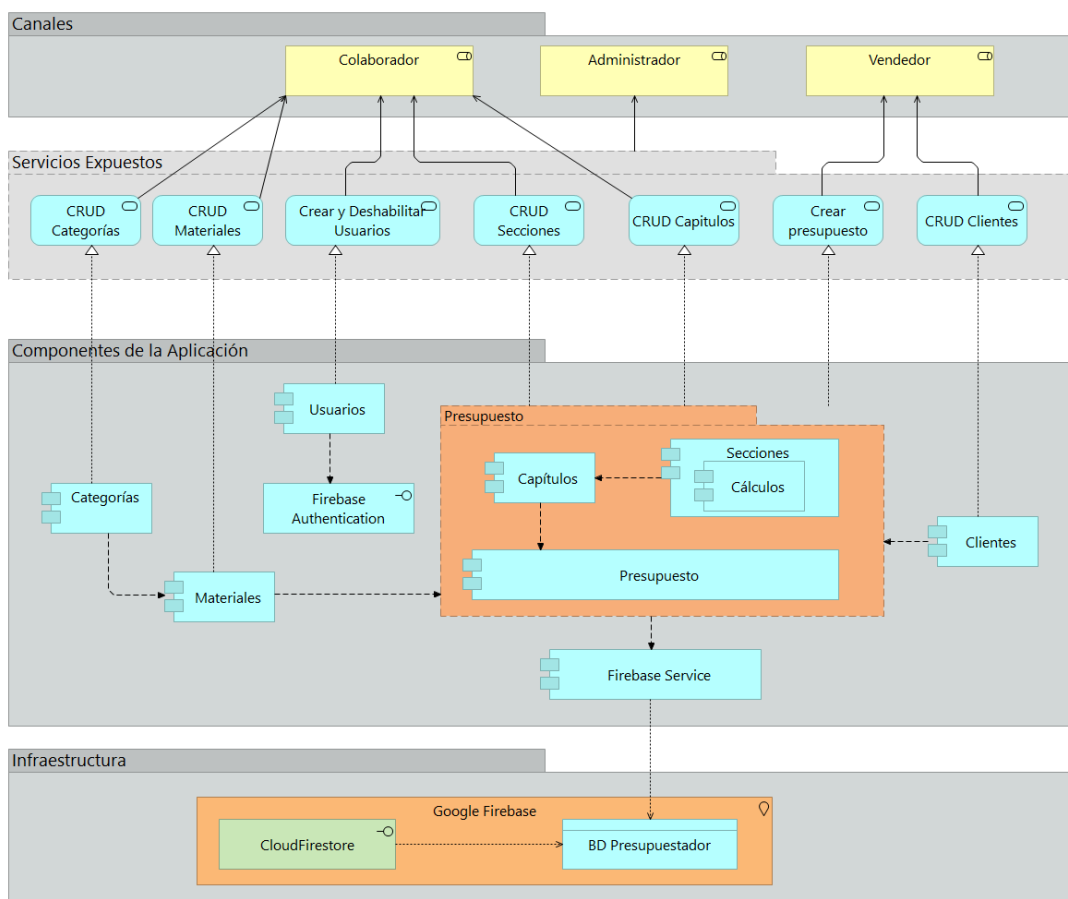
En el diagrama de componentes se representa la relación que existe entre los componentes de la aplicación web, en la Figura 9 se muestran distintas capas, las cuales son:

- **Canales:** Es también llamada capa de presentación, se encuentran los perfiles o actores que pueden utilizar los servicios de la aplicación, es decir los usuarios con roles de administrador, colaborador, y vendedor.

- **Servicios Expuestos:** Es la capa de negocio, en esta capa se perciben los servicios utilizados por las interfaces de usuario.
- **Componentes de la aplicación:** Esta capa es la de aplicación, en la que se describen los componentes que posee la solución.
- **Infraestructura:** Esta capa es conocida como tecnología o infraestructura, en la que se muestra el acceso a los datos.

**Figura 9**

*Diagrama de componentes*



## Diagrama de Arquitectura

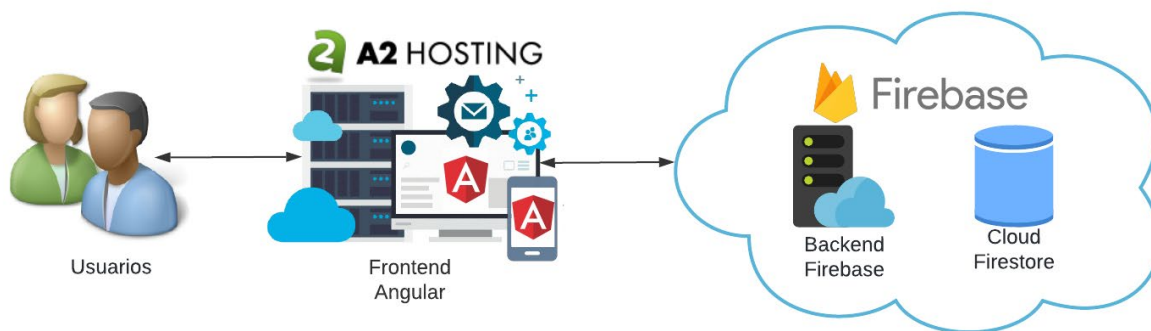
Para el diseño de la arquitectura de la solución, debido a las restricciones de la empresa colaboradora, se utilizó las tecnologías de Firebase como backend y base de datos, mientras que Angular como frontend.

El flujo que sigue el proyecto y muestra su arquitectura, comienza con el usuario que utiliza un dispositivo con un navegador, donde se despliega la aplicación desarrollada en Angular, y realiza una petición solicitando información, esta petición va a Firebase, que se encuentra en la nube de Google. Firebase cuenta con una base de datos llamada Cloud Firestore, la cual utiliza un backend para comunicarse a través de API's, de esta forma se recibe la petición del usuario y devuelve la información solicitada a Angular, donde se procesan los datos y se muestra al usuario.

En la Figura 10 se muestra la arquitectura utilizada en este proyecto.

### Figura 10

#### *Diagrama de arquitectura*



## Capítulo V: Planificación y desarrollo de la solución

En este capítulo se describe el proceso de planificación y desarrollo del proyecto, las actividades que se realizan en esta sección son detalladas por la metodología SCRUM. Como primer paso se tiene la planificación, en el que se enumeran las historias de usuario utilizadas en el backlog, como parte del desarrollo se detallan las iteraciones o Sprints y las tareas que se realizaron en cada uno de estas iteraciones.

### Planificación

El primer paso de la metodología SCRUM especifica la creación del Backlog del Producto, para ello se crean las historias de usuario que conformarán los Sprint. Las historias de usuarios fueron redactadas junto a los stakeholders, en base a la especificación de requerimientos que fue redactada en el capítulo anterior, y fueron editados durante todo el proceso de desarrollo, se sigue un flujo de trabajo ágil utilizando Jira como herramienta como el tablero ágil.

Los epics representan los componentes de la aplicación por lo que engloba varias historias de usuario y estas a su vez están compuestas por varias tareas, las cuales formaron parte del Backlog del proyecto. Las tareas serán descritas en la sección de desarrollo, debido a que fueron desarrolladas durante las iteraciones del proyecto. A continuación, se enumeran los epics e historias de usuario.

#### ***Epic: Módulo de usuarios***

En la Tabla 6 se describen las historias de usuarios que tienen relación con el desarrollo del módulo de usuarios, y la gestión de los roles.

**Tabla 6***Historias de Usuario del módulo de usuarios*

<b>Nro.</b>	<b>Historia de Usuario</b>	<b>Prioridad</b>
1	Como usuario quiero iniciar sesión para utilizar las funcionalidades de la aplicación	Alta
2	Como administrador quiero utilizar todos los módulos del presupuesto para gestionar los datos de la aplicación	Media
3	Como colaborador quiero acceder a los materiales para agregarlos al presupuesto	Media
4	Como vendedor quiero acceder los cálculos para hacer un presupuesto	Media
5	Como administrador quiero crear usuarios para que los empleados puedan acceder a la aplicación	Media

***Epic: Módulo de Clientes***

Este módulo es creado para la gestión de los clientes a los cuales se les envía la cotización.

**Tabla 7***Historia de Usuario del módulo de clientes*

<b>Nro.</b>	<b>Historia de Usuario</b>	<b>Prioridad</b>
6	Como vendedor quiero gestionar a los clientes para enviarles una cotización	Alta

**Epic: Módulo de Materiales**

Este módulo se centra en la administración del precio de materiales que se utilizan en una construcción y el valor de la mano de obra por metro cuadrado. Las historias de usuario de este módulo son:

**Tabla 8**

*Historia de Usuario del módulo de materiales*

<b>Nro.</b>	<b>Historia de Usuario</b>	<b>Prioridad</b>
7	Como colaborador quiero agregar materiales para tener una lista de precios estandarizada	Alta
8	Como colaborador quiero añadir descuentos a los materiales para ofrecer promociones	Baja

**Epic: Módulo de Categorías**

Este módulo es utilizado por el módulo de materiales, debido a que los materiales son organizados por categoría.

**Tabla 9**

*Historia de Usuario del módulo de categorías*

<b>Nro.</b>	<b>Historia de Usuario</b>	<b>Prioridad</b>
9	Como colaborador quiero agregar categorías para organizar los materiales	Alta



**Epic: Módulo de Cálculos del presupuesto**

Este módulo se centra en los cálculos necesarios que conforman el presupuesto, cada uno de estos cálculos es independiente y puede ser reutilizado por distintas secciones, a través de formularios.

**Tabla 10**

*Historia de Usuario del módulo de cálculos de presupuesto*

<b>Nro.</b>	<b>Historia de Usuario</b>	<b>Prioridad</b>
10	Como vendedor quiero crear un cálculo para realizar un presupuesto	Alta

**Epic: Módulo de Secciones**

Las secciones son los temas planteados durante la planificación de la obra, los cuales son enlazados a los cálculos, un mismo tipo de cálculo se puede utilizar en varias secciones.

**Tabla 11**

*Historia de Usuario del módulo de cálculos de secciones*

<b>Nro.</b>	<b>Historia de Usuario</b>	<b>Prioridad</b>
11	Como colaborador quiero agregar secciones para organizar los cálculos del presupuesto	Alta

**Epic: Módulo de Capítulos**

Los capítulos se utilizan para organizar las secciones del presupuesto en distintas temáticas.

**Tabla 12***Historia de Usuario del módulo de capítulos*

<b>Nro.</b>	<b>Historia de Usuario</b>	<b>Prioridad</b>
12	Como colaborador quiero crear y utilizar capítulos para organizar el presupuesto	Alta
13	Como colaborador quiero organizar las secciones en capítulos para mostrar al cliente la descripción de los costos	Media

**Epic: Módulo de Presupuesto**

Este módulo permite al usuario generar y descargar el presupuesto, además muestra la división de los importes por capítulo que generan el total del presupuesto.

**Tabla 13***Historia de Usuario del módulo de presupuesto*

<b>Nro.</b>	<b>Historia de Usuario</b>	<b>Prioridad</b>
14	Como vendedor quiero escoger los capítulos del presupuesto según sea necesario para mostrarlo al cliente	Media
15	Como vendedor quiero enviar un documento al cliente para formalizar la cotización	Alta

**Desarrollo de la aplicación**

En esta sección se detalla el proceso de desarrollo realizado durante el ciclo de vida del software. En la metodología SCRUM se realiza la planificación del Sprint para escoger las tareas que se desarrollan en cada iteración. El aplicativo se realizó en cuatro Sprints.

### **Primer Sprint**

Esta iteración inició el 9 de mayo y terminó el 16 de mayo de 2022, en este Sprint se prioriza el epic de usuarios, se tomó como punto de partida por ser la primera pantalla que aparece en la aplicación, así como la creación de la estructura del proyecto. Por lo tanto, el requerimiento funcional que se realizó en esta iteración es el que se muestra en la Tabla 14.

**Tabla 14**

#### *Requerimientos Funcionales Primer Sprint*

<b>RE</b>	<b>NR</b>	<b>Estimación (Semanas)</b>
<b>RF01</b>	Registro e inicio de sesión de los usuarios	1 semana

En la Tabla 15 se muestran las tareas y los identificadores de las historias de usuarios que se consideran dentro de este sprint.

**Tabla 15**

#### *Tareas del Primer Sprint*

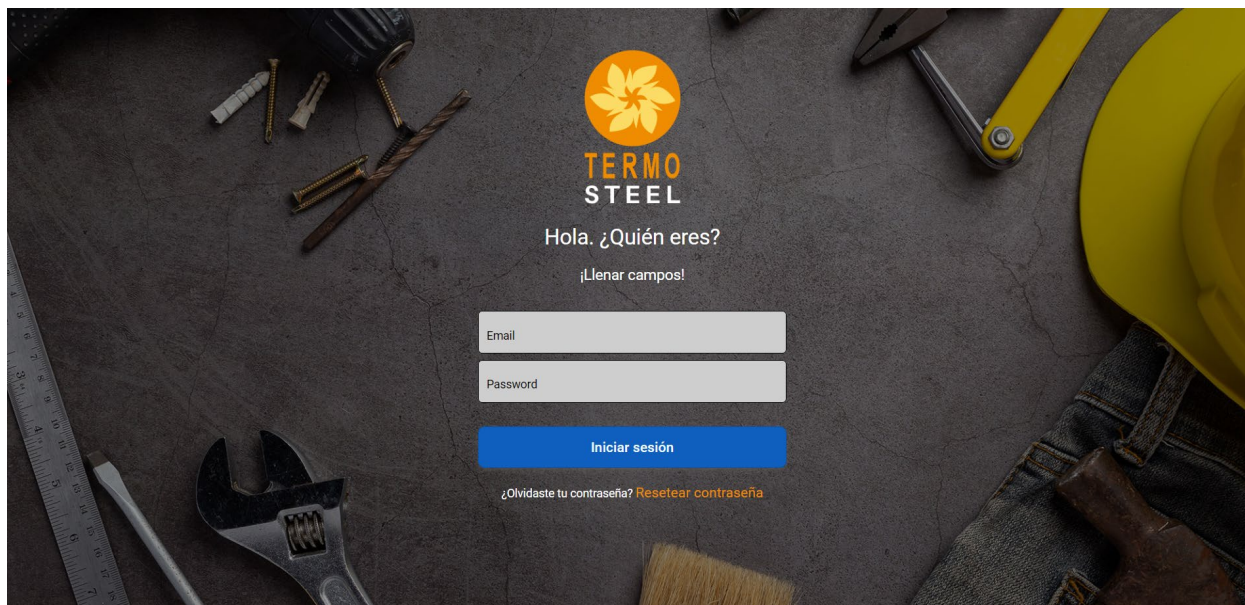
<b>Nro.</b>	<b>Tarea</b>	<b>Responsable</b>	<b>Finalización</b>
<b>H1: Como usuario quiero iniciar sesión para utilizar las funcionalidades de la aplicación</b>			
<b>T1</b>	Crear la estructura del proyecto Angular	Josselyne Gutiérrez	09/05/2022
<b>T2</b>	Realizar la conexión a la base de datos Cloud Firestore	Josselyne Gutiérrez	09/05/2022
<b>T3</b>	Desarrollar el componente de Firebase Authentication para la gestión de usuarios y permisos	Fernanda Galárraga	09/05/2022

Nro.	Tarea	Responsable	Finalización
T4	Crear el formulario de inicio de sesión.	Josselyne Gutiérrez	11/05/2022
<b>H2: Como administrador quiero utilizar todos los módulos del presupuesto para gestionar los datos de la aplicación</b>			
T5	Crear y diseñar la interfaz de administrador.	Fernanda Galárraga	11/05/2022
T6	Generar componente de presupuesto, materiales, categorías y clientes	Josselyne Gutiérrez	14/05/2022
T7	Generar componente de secciones y capítulos	Josselyne Gutiérrez	16/05/2022
<b>H3: Como colaborador quiero acceder a los materiales para agregarlos al presupuesto</b>			
T8	Crear y diseñar la interfaz de colaborador.	Fernanda Galárraga	13/05/2022
<b>H4: Como vendedor quiero acceder los cálculos para hacer un presupuesto</b>			
T9	Crear y diseñar la interfaz de vendedor	Fernanda Galárraga	13/05/2022
<b>H5: Como administrador quiero crear usuarios para que los empleados puedan acceder a la aplicación</b>			
T10	Crear los servicios necesarios para la creación de usuarios	Fernanda Galárraga	16/05/2022
T11	Crear y diseñar la interfaz para la creación de usuarios	Fernanda Galárraga	16/05/2022

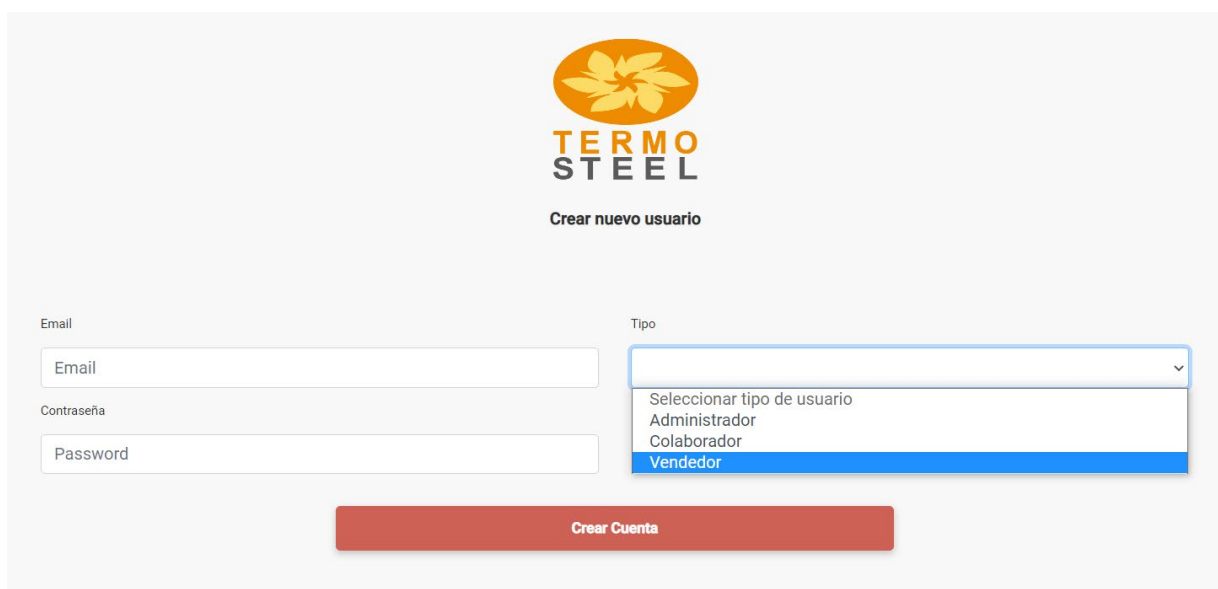
**Demo Primer Sprint.** En esta demo se obtuvo como resultado la construcción del módulo de usuarios, inicio de sesión y acceso a las funcionalidades a través del uso de roles con Firebase Authentication.

**Figura 11**

*Pantalla de Inicio de Sesión*

**Figura 12**

*Creación de usuarios*



## Figura 13

### Lista de usuarios

Usuarios

« Anterior 1 2 Siguiete »

Buscar Usuarios

Nuevo Usuario

Correo	Tipo	Estado
jazz@gmail.com	Administrador	Activo
admin@example.com	Administrador	Activo

« Anterior 1 2 Siguiete »

## Figura 14

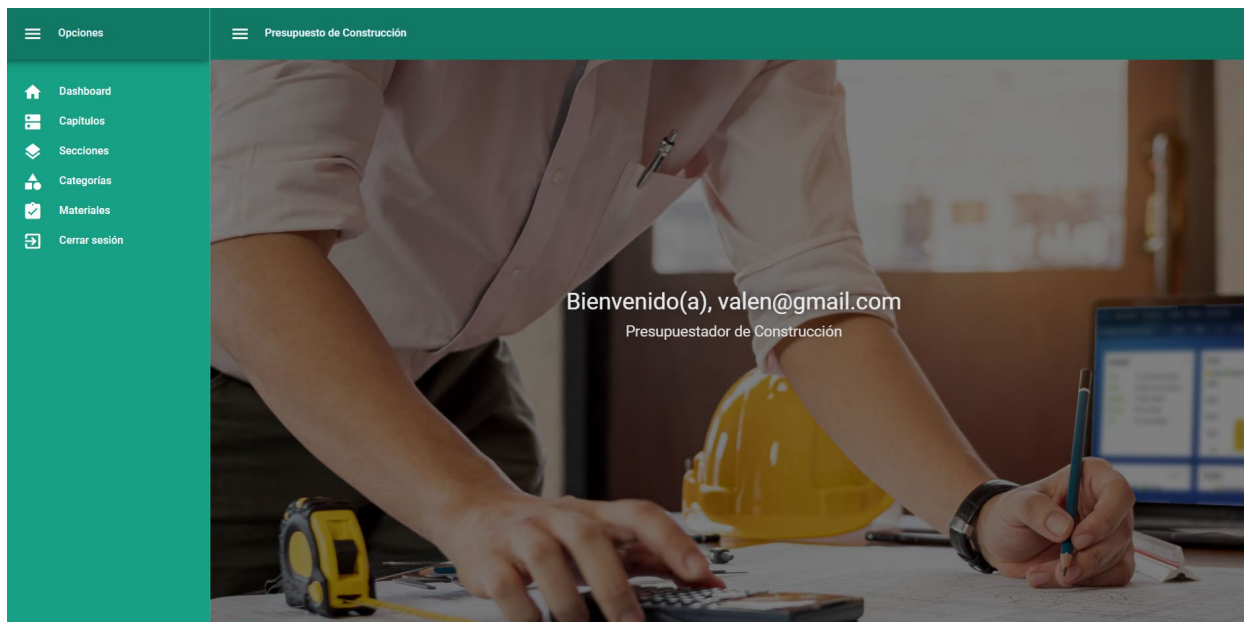
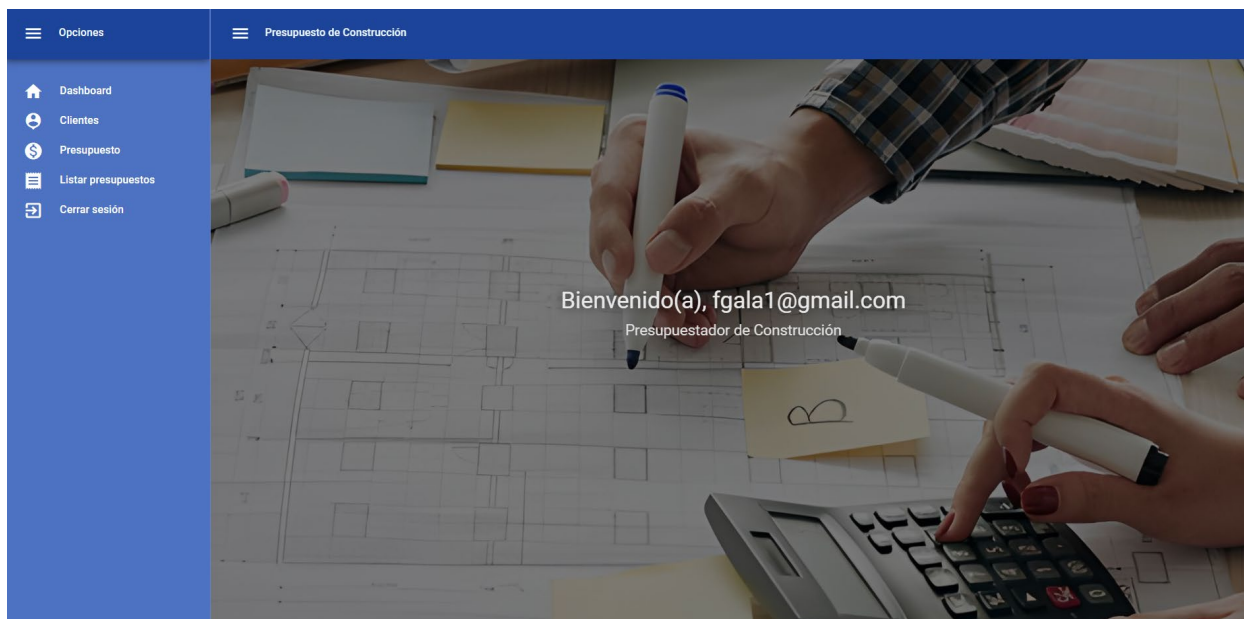
### Menú y Dashboard del Administrador

Opciones

Presupuesto de Construcción

- Dashboard
- Usuarios
- Clientes
- Capitulos
- Secciones
- Categorias
- Materiales
- Presupuesto
- Listar presupuestos
- Ajustes
- Cerrar sesión

Bienvenido(a), jazz@gmail.com  
Presupuestador de Construcción

**Figura 15***Menú y Dashboard del Colaborador***Figura 16***Menú y Dashboard del Vendedor*

Para la funcionalidad de las pantallas y gestión de permisos se utiliza Firebase Authentication, en la Figura 17, se muestra el código utilizado para realizar la conexión con

Firebase, así como la obtención de la información del usuario, como se puede notar en el código, Firebase Authentication tiene funcionalidades que apoyan al desarrollador con procesos establecidos como es el inicio de sesión, facilitando la codificación.

**Figura 17**

*Código de ingreso con Firebase Authentication*

```
login(email, password): Promise<any> {
  return new Promise<any>((resolve, reject) => {
    this.fireAuth
      .signInWithEmailAndPassword(email, password)
      .then((res) => {
        if (res.user) {
          resolve(res.user);
          location.reload();
        }
      })
      .catch((error) => {
        if (error.code === "auth/user-not-found") {
          this.misc.errorAlert("El usuario no existe.", "OK", 3000);
          this.misc.stopLoading();
        } else if (error.code === "auth/invalid-email") {
          this.misc.errorAlert("Email inválido.", "OK", 3000);
          this.misc.stopLoading();
        } else if (error.code === "auth/wrong-password") {
          this.misc.errorAlert("Contraseña inválida.", "OK", 3000);
          this.misc.stopLoading();
        } else {
          this.misc.errorAlert(`Error: ${error}`, "OK", 3000);
          this.misc.stopLoading();
        }
      });
  });
});
```

### **Segundo Sprint**

Esta iteración inició el día 17 de mayo y finalizó el 30 de mayo del 2022, se realizó el desarrollo de los componentes, que son necesarios para crear el presupuesto, los cuales son: clientes, capítulos y categorías. Estos componentes responden a los siguientes requerimientos funcionales que se detallan en la Tabla 16.



**Tabla 16***Requerimientos Funcionales Segundo Sprint*

RE	NR	Estimación (Semanas)
RF02	Crear, Editar cliente	
RF03	Listar clientes	
RF04	Crear, Editar capítulo	2 semanas
RF05	Listar capítulos	
RF08	Crear, Editar categoría	
RF09	Listar categorías	

En base a estos requerimientos se planteó las historias de usuario y las tareas necesarias para lograr el desarrollo de este ejecutable.

**Tabla 17***Tareas del Segundo Sprint*

Nro.	Tarea	Responsable	Finalización
<b>H6: Como vendedor quiero gestionar a los clientes para enviarles una cotización</b>			
T12	Crear los servicios necesarios para la creación, edición y visualización de los clientes	Fernanda Galárraga	20/05/2022
T13	Crear el formulario para añadir y editar los clientes	Fernanda Galárraga	23/05/2022

Nro.	Tarea	Responsable	Finalización
T14	Crear y diseñar la interfaz para la visualización de clientes	Fernanda Galárraga	25/05/2022
<b>H9: Como colaborador quiero agregar categorías para organizar los materiales</b>			
T15	Crear los servicios necesarios para la creación, edición y visualización de las categorías	Josselyne Gutiérrez	20/05/2022
T16	Crear y diseñar el formulario para añadir y editar las categorías	Josselyne Gutiérrez	23/05/2022
T17	Crear y diseñar la interfaz para la visualización de las categorías	Josselyne Gutiérrez	25/05/2022
<b>H12: Como colaborador y administrador quiero crear y utilizar capítulos para organizar el presupuesto</b>			
T18	Crear los servicios necesarios para la creación, edición y visualización de los capítulos	Josselyne Gutiérrez	30/05/2022
T19	Crear y diseñar el formulario para añadir y editar los capítulos	Fernanda Galárraga	27/05/2022
T20	Crear y diseñar la interfaz para la visualización de los capítulos	Fernanda Galárraga	30/05/2022

**Demo Segundo Sprint.** En este demo se han creado los CRUD de los componentes de clientes, categorías y capítulos.

## Figura 18

### Creación y edición de clientes

Editar Cliente

Nombre

Apellido

Email

Cedula / RUC / PASAPORTE / DNI

Telefono

Dirección

[Actualizar Cliente](#)

## Figura 19

### Lista de clientes

Cientes

[Nuevo Cliente](#)

« Anterior **1** 2 Siguiente »

Documento	Nombre	Apellido	Email	Dirección	Teléfono	Estado	Acciones
1750181800	Anibal	Martinez	ana@gmail.com	Av. Amazonas	9455223245	<a href="#">Activo</a>	<a href="#">Editar</a>
1724135320	Jazz	Gutierrez	jazzguti6@gmail.com	Av. Simon Bolivar	985362123	<a href="#">Activo</a>	<a href="#">Editar</a>

## Figura 20

### Creación y edición de categorías

Editar Categoría

# ID: 03      Orden Listar: 3      Nombre de Sección: PRELIMINARES

Tipo o Subcategoría: Demolición      Tipo o Subcategoría: Excavación      Tipo o Subcategoría: Remoción de escombros      Tipo o Subcategoría: Ej: Acabados

+   -

Actualizar

## Figura 21

### Lista de categorías

🔍 Buscar Categorías Nueva Categoría

« Previous **1** 2 3 Next »

#	Categoría	Estado	Acción	
3	PRELIMINARES	Activo	Editar	Borrar
5	CIMENTACIÓN	Activo	Editar	Borrar
7	LOSA	Activo	Editar	Borrar

## Figura 22

### Creación y edición de capítulos

Editar Capítulos

# Código: 00      Descripción: PLANIFICACIÓN Y EQUIPAMENTO

Actualizar Capítulo

## Figura 23

### Lista de capítulos

#	Capítulo	Estado	Acción
00	PLANIFICACIÓN Y EQUIPAMIENTO	Activo	Editar, Borrar
01	DEMOLICIONES	Activo	Editar, Borrar
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Activo	Editar, Borrar
03	CIMENTACIONES Y SÓTANOS	Activo	Editar, Borrar

### Tercer Sprint

Esta iteración comenzó el 30 de mayo y finalizó el 13 de junio, en esta iteración se continúa con la creación de los demás componentes que necesita el presupuesto, los cuales son: materiales, secciones y cálculos. Es posible la creación del componente de materiales debido a que en el anterior Sprint se crearon las categorías. Los cálculos están ligados a las secciones, cada sección puede tener un tipo de formulario en el que se establecen distintos cálculos específicos. Los requisitos funcionales que se abordan en este Sprint se enlistan en la Tabla 18.

**Tabla 18**

#### Requerimientos Funcionales del Tercer Sprint

RE	NR	Estimación (Semanas)
RF06	Crear, Editar sección	
RF07	Listar secciones	3 semanas
RF10	Crear, Editar material	

RE	NR	Estimación (Semanas)
----	----	----------------------

**RF11** Listar materiales

Con estos requerimientos se creó el Backlog que se utilizó durante esta iteración, las tareas que se realizaron en este Sprint se presentan en la Tabla 19.

**Tabla 19**

*Tareas del Tercer Sprint*

Nro.	Tarea	Responsable	Finalización
<b>H7: Como colaborador quiero agregar materiales para tener una lista de precios estandarizada</b>			
<b>H8: Como colaborador quiero añadir descuentos a los materiales para ofrecer promociones</b>			
<b>T21</b>	Crear los servicios necesarios para la creación, edición y visualización de los materiales	Josselyne Gutiérrez	03/06/2022
<b>T22</b>	Crear y diseñar el formulario para añadir y editar los materiales, el formulario debe contar con la opción de calcular el precio de los materiales con un porcentaje de descuento	Josselyne Gutiérrez	05/06/2022
<b>T23</b>	Crear y diseñar la interfaz para la visualización de los materiales	Josselyne Gutiérrez	07/06/2022
<b>H11: Como colaborador quiero agregar secciones para organizar los cálculos del presupuesto</b>			
<b>H13: Como colaborador quiero organizar las secciones en capítulos para mostrar al cliente la descripción de los costos</b>			
<b>T24</b>	Crear el servicio que permite realizar el CRUD de las secciones	Fernanda Galárraga	03/06/2022

Nro.	Tarea	Responsable	Finalización
<b>T25</b>	Crear y diseñar el formulario para añadir y editar las secciones. En este formulario se encuentra la asignación de capítulos	Fernanda Galárraga	05/06/2022
<b>T26</b>	Crear y diseñar la interfaz para la visualización de las secciones	Fernanda Galárraga	07/06/2022

#### **H10: Como vendedor quiero crear un cálculo para realizar un presupuesto**

<b>T27</b>	Crear y diseñar formularios que contengan cálculos específicos. Estos formularios serán plantillas para las secciones. Una sección puede ser asignada a una plantilla de cálculo, mientras que un cálculo puede ser asignado a varias secciones.	Fernanda Galárraga Josselyne Gutiérrez	20/06/2022
------------	--	---	------------

**Demo Tercer Sprint.** En este sprint se desarrollan los módulos de materiales, secciones y cálculos. A continuación, se muestran los resultados de esta iteración.

## Figura 24

### Creación y edición de materiales

Presupuesto de Construcción

Nuevo Elemento en la lista de Precios

1 Información 2 Materiales 3 Labor 4 Características

# Código Ej: 03d101 Categorías Sub Categoría Descripción Ej: Excavación de tierra

Siguiente

Agregar Nuevo

1 Información 2 Materiales 3 Labor 4 Características

Costo "A" Ej: 5 Costo "B" Ex: 5 Porcentaje 0 Costo Neto A Costo Neto B

Atrás Siguiente

1 Información 2 Materiales 3 Labor 4 Características

Costo "C" Ej: 5 Costo "D" Ex: 5 Porcentaje 0 Costo Neto C Costo Neto D

Atrás Siguiente

1 Información 2 Materiales 3 Labor 4 Características

Espesor Ej: 5 Largo Ej: 5 Ancho Ej: 5 Peso Ej: 5 Ingresos Ej: 5

Atrás



## Figura 25

### Lista de materiales

**Nuevo Item**

« Previous **1** Next »

Código	Material	Costo A	Costo B	Labor A	Labor B	Estado	Acción	
30PIF1	30 - (Mahogany 1 Door)	128.29	128.29	39.29	39.29	<b>Activo</b>	<b>Editar</b>	<b>Borrar</b>
32JM10	32 - (Mahogany In Open 1,65 x 1,20 W/Shutters)	1147.29	1290.14	46.81	62.75	<b>Activo</b>	<b>Editar</b>	<b>Borrar</b>

## Figura 26

### Creación y edición de secciones

# Código <input type="text" value="40"/>	Orden <input type="text" value="40"/>	Nombre de Sección <input type="text" value="Ej: Division por secciones"/>
Numero de Zona <input type="text" value="Ej: 5"/>	Detalle de la seccion <input type="text" value="Ex: Detalle"/>	Tipo de Formulario para el calculo <input type="text" value="Ej: 5"/>
Capitulo <input type="text"/>		
<b>Agregar Nuevo</b>		

## Figura 27

### Lista de secciones

**Nueva Sección**

« Previous **1** 2 3 4 Next »

#	Sección	Estado	Acción	
1	AREAS CON PAREDES - (Sala / comedor , Cuartos, Baños, cocina, pasillos etc)	<b>Activo</b>	<b>Editar</b>	<b>Borrar</b>
2	AREAS CON PAREDES - (Sótanos, garage, áticos,bodegas, etc )	<b>Activo</b>	<b>Editar</b>	<b>Borrar</b>
3	AREA CUBIERTA SIN PAREDES - (Pacios y varandas cubiertas )	<b>Activo</b>	<b>Editar</b>	<b>Borrar</b>

## Figura 28

### Formularios con cálculos

PAREDES DIVISORIAS SIN CARGA

<p><b>1</b> Especificación de paredes</p> <p>Piso Sótano</p> <p>Cantidad 5</p> <p>Ancho 4</p>	<p><b>2</b> Dimensiones</p> <p>Altura 2</p> <p>Total 20</p> <p>Area m2 40</p>
<p><b>3</b> Perfil C - paredes divisorias</p> <p>Material 32JM10</p> <p>Espacio 4</p> <p>Perfil 6</p> <p>Esquina 0.6</p> <p>Total 6.6</p>	<p><b>4</b> Mano de obra</p> <p>Material 32JM10</p> <p>Mano de Obra 32124</p> <p><b>5</b> Canal U</p> <p>Material 32JM10</p> <p>Largo 1</p>

Guardar

Para lograr el requerimiento funcional de que los cálculos pueden ser reutilizados y ser independientes, se utilizó plantillas de formularios con cálculos específicos, y la sumatoria de estos cálculos serán el total del presupuesto, por ello se crea una colección de resumen para el total de todos estos cálculos. Como cada cálculo tiene una estructura distinta se utilizan tres variables que serán los importes totales del presupuesto, los cuales son subcontrato, mano de obra y materiales. En la Figura 29 se muestra la forma en que se realiza este procedimiento.

Figura 29

Código de Formulario con cálculos específicos y creación de resumen

```

if (this.sumSecciones.length == 0) {
  this.sumResumen = {
    budget: this.idBudget,
    seccion: this.idSeccion,
    capitulo: this.capitulo,
    totalm1: this.total,
    totalPerfil: this.totalPerfil,
    totalPrecio: this.totalPrecio,
    totalm2: parseFloat(this.area),
    materiales: this.materiales,
    manoObra: this.manoObra,
    subcontratado: this.subcontratado,
  };

  this.api
    .addResumen(this.sumResumen)
    .then((data) => {
      this.misc.stopLoading();
      this.misc.successAlert("Calculo agregado Exitosamente", "OK", 3000);
      this.navCtrl.back();
    })

```

```

} else {
  this.sumarCalculos();
  this.sumResumen = {
    budget: this.idBudget,
    seccion: this.idSeccion,
    capitulo: this.capitulo,
    totalm1: Number(parseFloat(this.total).toFixed(2)),
    totalm2: Number(parseFloat(this.area).toFixed(2)),
    totalPerfil: Number(parseFloat(this.totalPerfil).toFixed(2)),
    totalPrecio: Number(
      parseFloat(this.totalPrecio.toString()).toFixed(2)
    ),
    materiales: Number(parseFloat(this.materiales.toString()).toFixed(2)),
    manoObra: Number(parseFloat(this.manoObra.toString()).toFixed(2)),
    subcontratado: Number(this.subcontratado),
  };
}

```

Para controlar la consistencia de los datos, cada que se ingresa un cálculo nuevo de una sección se realiza la sumatoria de todos los cálculos previamente ingresados si es que se

tuviera. En la Figura 30 se muestra el código donde recorre la lista de estos cálculos anteriores y realiza la sumatoria de los campos relevantes por sección.

### Figura 30

*Código que permite mantener consistencia en los datos*

```

sumarCalculos() {
  let totalm1, totalm2, totalPerfil, totalPrecio, totalCanalPrecio = 0;
  this.calculosSeccion.forEach((c) => {
    totalm1 = totalm1 + parseFloat(c.totalm1);
    totalPerfil = totalPerfil + parseFloat(c.totalPerfil);
    totalPrecio = totalPrecio + parseFloat(c.totalPrecio);
    totalm2 = totalm2 + parseFloat(c.aream2);
    totalCanalPrecio = totalCanalPrecio + parseFloat(c.canal.total);
  });

  this.total = totalm1 + this.total;
  this.totalPrecio = totalPrecio + this.totalPrecio;
  this.totalPerfil = totalPerfil + this.totalPerfil;
  this.materiales = this.totalPrecio + totalCanalPrecio + this.canalPrecio;
  this.area = Number(parseFloat(totalm2.toString()).toFixed(2));
}
}

```

### Cuarto Sprint

Esta iteración comenzó el día 20 de junio y terminó el 04 de julio del 2022, se completa el último entregable, debido a que se desarrolla el componente de presupuesto, en este componente se muestra el resultado de todos los cálculos y se genera un presupuesto. Los requerimientos que se cumplieron en este Sprint se encuentran en la Tabla 20.

### Tabla 20

*Requerimientos Funcionales del Cuarto Sprint*

RE	NR	Estimación (Semanas)
RF12	Crear presupuesto	

RE	NR	Estimación (Semanas)
RF13	Agregar cálculo	
RF14	Listar presupuestos	2 semanas
RF15	Generar documento PDF	

Las tareas que fueron realizadas para completar esta iteración forman parte del módulo de presupuesto, las tareas e historias de usuario que se realizaron en este Sprint se muestran en la Tabla 21.

**Tabla 21**

*Tareas del Tercer Sprint*

Nro.	Tarea	Responsable	Finalización
<b>H14: Como vendedor quiero escoger los capítulos del presupuesto según sea necesario para mostrarlo al cliente</b>			
T28	Crear los servicios necesarios para la generación del presupuesto	Josselyne Gutiérrez	28/07/2022
T29	Crear y diseñar la interfaz para mostrar los importes por capítulo en el presupuesto	Fernanda Galárraga	22/06/2022
T30	Crear y diseñar la interfaz para mostrar una lista de los presupuestos	Fernanda Galárraga	28/06/2022
T31	Realizar un reporte de los presupuestos en base a un rango de fecha.	Fernanda Galárraga Josselyne Gutiérrez	04/07/2022

Nro.	Tarea	Responsable	Finalización
<b>H15: Como vendedor quiero enviar un documento al cliente para formalizar la cotización</b>			
T32	Generar un documento PDF con el detalle del presupuesto y su total	Josselyne Gutiérrez	04/07/2022

**Demo Cuarto Sprint.** Este Sprint tuvo como resultado la finalización del módulo de presupuesto, con sus respectivos reportes. En las siguientes figuras se muestran las interfaces que se desarrollaron para cumplir esta iteración.

### Figura 31

#### *Creación del Presupuesto*

Nuevo Presupuesto

Costo de Materiales

Costo de Labor o Mano de Obra


Cliente

Observacion

Agregar Nuevo

## Figura 32

### Interfaz del Presupuesto con detalle de capítulos



# C O T I Z A C I Ó N

Cargar Item
Agregar cálculos
Exportar

**Código presupuesto:** #dastAx4jx5MhLpLlJAZh

**Fecha Emisión:** 07/06/2022 10:10:29 PM

**Cliente:** Anibal Perez

**Cédula:** 1750181802

**Dirección:** Av. Shtyris

**Teléfono:** 098485655


**Correo:** anipe@gmail.com

#	CAPITULO	MATERIAL	MANO DE OBRA	SUBCONTRATOS	PRECIO TOTAL	ACCIONES
15	GRIFERÍA Y ACCESORIOS	\$449.00	\$0.00	\$0.00	\$449.00	X
11	ACABADOS INTERIORES DE PAREDES Y TECHOS	\$538.80	\$165.00	\$0.00	\$703.80	X
4	ESTRUCTURA	\$4,759.40	\$16,062.00	\$0.00	\$20,821.40	X
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>\$5,747.20</b>	<b>\$16,227.00</b>	<b>\$0.00</b>	<b>\$21,974.20</b>	

## Figura 33

### Lista de Presupuestos por vendedor

Presupuesto de Construcción



# C O T I Z A C I Ó N

Nuevo presupuesto

« Anterior 1 Siguiente »

#	Fecha Emisión	Cliente	ACCIÓN
6UHB41SjYcpxXNkgk4t	07/06/2022 11:21:23 PM	Anibal Martinez	<span>Seleccionar</span>
NuqgDHYwCSGGdqnCWAb	07/06/2022 11:20:26 PM	Anibal Perez	<span>Seleccionar</span>
dastAx4jx5MhLpLlJAZh	07/06/2022 10:10:29 PM	Anibal Perez	<span>Seleccionar</span>

« Anterior 1 Siguiente »

## Figura 34

### Búsqueda de Presupuestos por rango de fecha y cliente

Listado de Presupuestos Emitidos

Selecciona un cliente

Anibal Martinez

From

05/29/2022

To

07/09/2022

Buscar

## Figura 35

### Lista de Presupuestos por rango de fecha y cliente



**TERMO**  
Presupuestador de Construcción

Dirección: Av. Eloy Alfaro N30-387 Entre Av. Amazonas y Av. Mariana de Jesús, Quito 170135  
País: Ecuador Quito  
Código Postal: 170143  
Teléfono: 0205007800  
Correo: desarrollo@termo.com

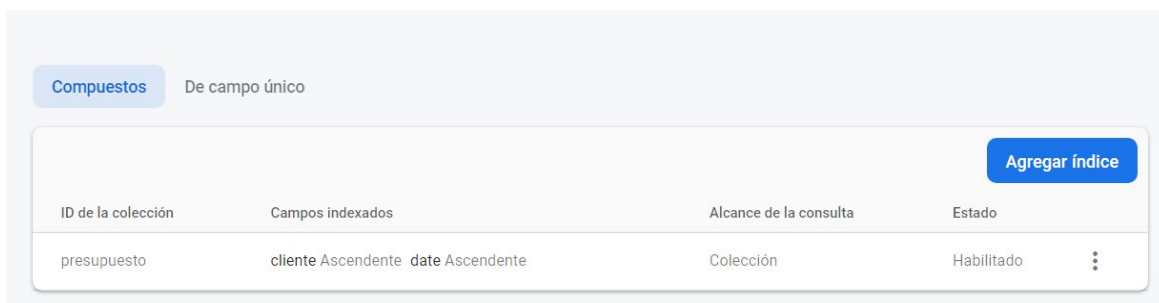
Especialistas en Construcción Liviana

#	Fecha Emisión	Cliente	ACCIÓN
69848415JYrpoXNRg6t	2022-06-07	Anibal Martinez	Seleccionar

Por favor pensarse en contacto con cualquiera de nuestros asociados en construcción para una mejor atención.

Para el desarrollo de esta funcionalidad fue necesario crear un índice compuesto en Cloud Firestore debido a que cuando se realiza una consulta compuesta que utiliza operadores de rangos ( $>$ ,  $>=$ ,  $<$ ,  $<=$ ), es necesario crear un índice compuesto para esa consulta. En este caso, se realizó una consulta que devuelva todos los presupuestos donde el cliente sea igual al seleccionado y la fecha de creación esté dentro del rango establecido, por lo cual se utilizó el operador  $=$  para el cliente y los operadores de rango  $>=$  y  $<=$  para las fechas. En la Figura 36, se puede visualizar el índice compuesto creado, donde se especifica que de la colección presupuesto se van a indexar los campos cliente y fecha, con un modo de índice ascendente.



**Figura 36***Índice compuesto en Cloud Firestore*

The screenshot shows the 'Compuestos' (Composite) index configuration page in the Cloud Firestore console. It features a 'De campo único' (Single field) filter and an 'Agregar índice' (Add index) button. The main content is a table with the following data:

ID de la colección	Campos indexados	Alcance de la consulta	Estado
presupuesto	cliente Ascendente date Ascendente	Colección	Habilitado

## Capítulo VI: Pruebas y análisis de resultados

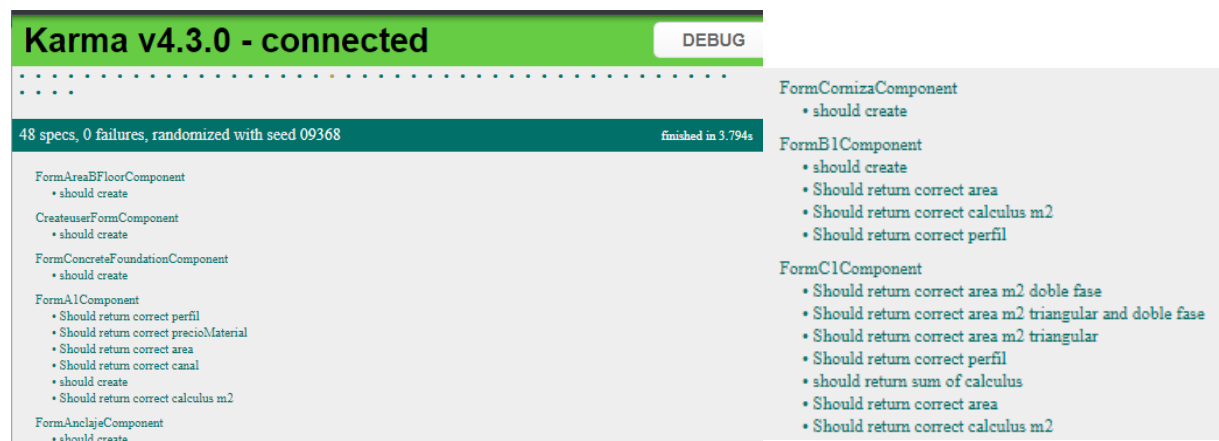
En este capítulo se describen las pruebas que se aplicaron al proyecto, las pruebas se dividen en dos tipos, las cuales son: pruebas de caja blanca y de caja negra. En las pruebas de caja blanca se evalúa el código, por lo que se utiliza pruebas unitarias, mientras que, en pruebas de caja negra, se evalúa la funcionalidad, en este caso se ha realizado pruebas de rendimiento y pruebas de usabilidad utilizando el cuestionario SUS.

### Caja Blanca

Para realizar estas pruebas se ha utilizado Jasmine y Karma, para evaluar el código realizado en algunos componentes de la aplicación. En este caso se ha realizado las pruebas unitarias en el módulo de cálculos de esta forma verificamos que los cálculos sean correctos. Se han realizado 48 specs, las cuales se terminaron en 3,794 segundos. En la Figura 37, se puede apreciar el resultado de las pruebas realizadas.

### Figura 37

#### Resultado de pruebas unitarias



### Caja Negra

En esta sección se evalúa la aplicación sin tomar en cuenta el funcionamiento interno, por lo que las pruebas que se realizaron son: pruebas de rendimiento, usabilidad y aceptación.

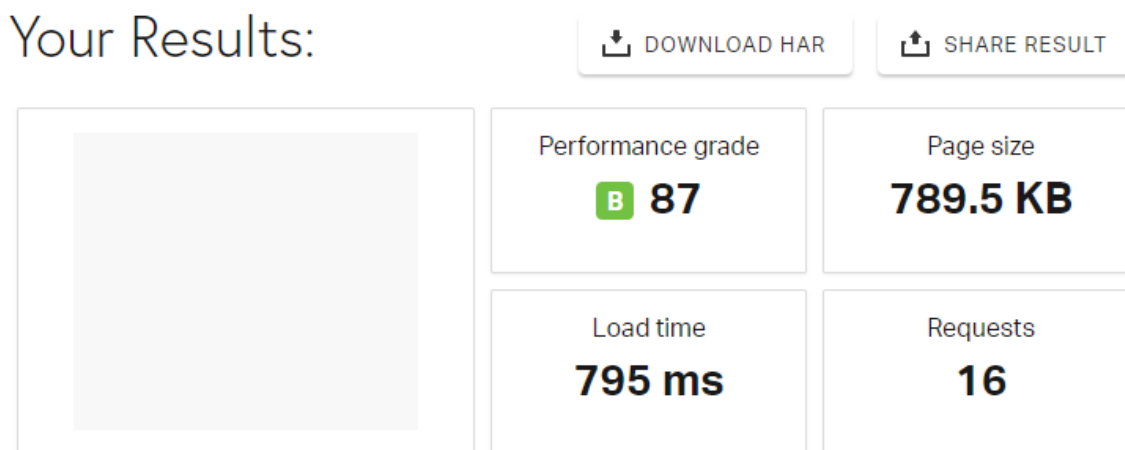
### **Pruebas de rendimiento**

Para estas pruebas se ha utilizado el hosting que la empresa nos ha proporcionado en A2hosting, la aplicación se ha subido al siguiente enlace: <https://cotizador.termosteel-ecu.com> para que pueda ser probada, se ha utilizado dos herramientas gratuitas que permiten evaluar el rendimiento de la aplicación.

Como primera evaluación se realizó en la herramienta Pingdom, la cual permite obtener un reporte de las métricas importantes de rendimiento de la aplicación. Después de ejecutar, como se puede observar en la Figura 38 se obtuvo como resultado una puntuación de 87 sobre 100, tarda 795 milisegundos en cargar la aplicación tiene un peso de 789.4KB. La puntuación es evaluada con las métricas que se muestran en la Figura 39.

### **Figura 38**

*Resultados generales de Pingdom*



## Figura 39

### Métricas de rendimiento de Pingdom

Improve page performance

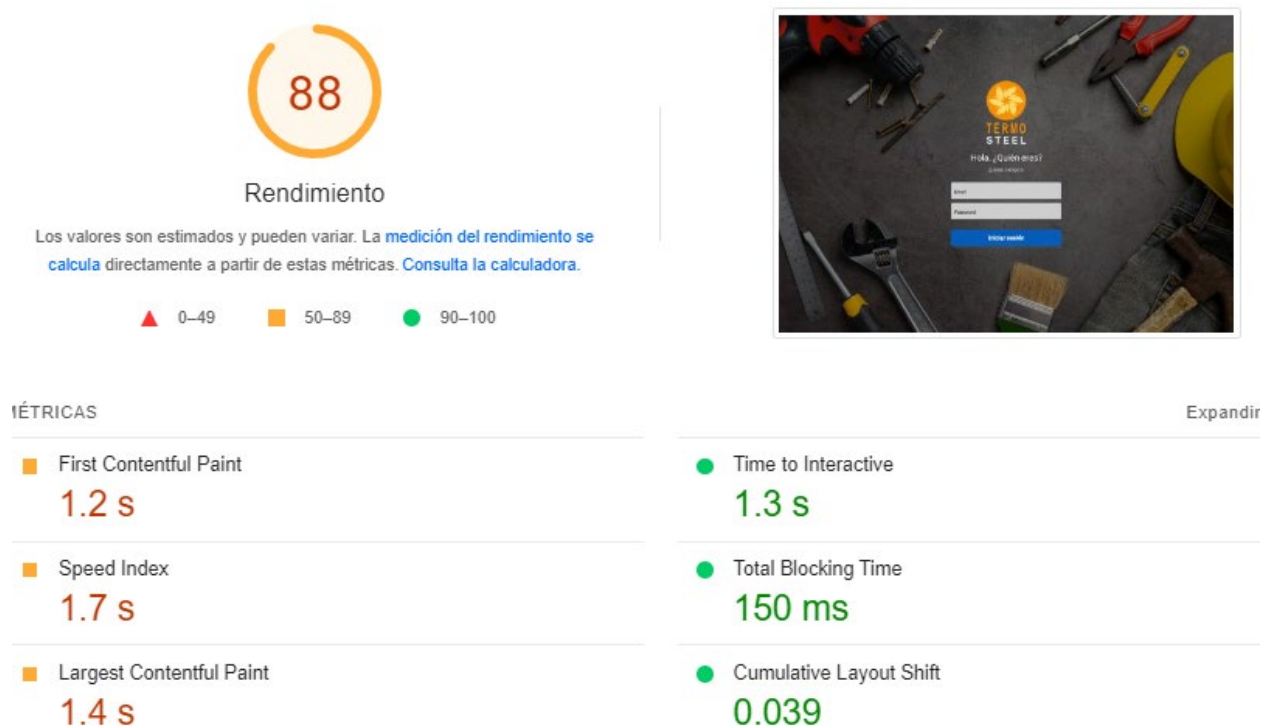
GRADE	SUGGESTION
<b>E</b> 56	Compress components with gzip
<b>C</b> 76	Make fewer HTTP requests
<b>C</b> 78	Add Expires headers
<b>B</b> 90	Avoid URL redirects
<b>B</b> 90	Reduce DNS lookups
<b>A</b> 100	Avoid empty src or href
<b>A</b> 100	Put JavaScript at bottom

Para corroborar estos resultados se ha realizado otra prueba en la herramienta PageSpeed Insight, la cual es patrocinada por Google para poder probar el rendimiento y los problemas que pueda identificar, con esta herramienta se obtuvo una valoración de 88, sobre 100, las métricas evaluadas para obtener esta puntuación son:

- El tiempo que se demora en aparecer la primera imagen o texto en la pantalla, es de 1,2 segundos.
- El índice de velocidad indica el tiempo que se puede ver todo el contenido de la aplicación, el índice de este proyecto es de 1,7 segundos,
- La métrica del procesamiento de imagen indica el tiempo en que se renderiza el texto o la imagen más grande, la cual es de 1,4 segundos.
- El tiempo de carga, indica cuánto se demora en ser totalmente interactiva la aplicación, en esta métrica se obtuvo el tiempo de 1,3 segundos.
- El tiempo de bloqueo total, se refiere al tiempo en que la aplicación permanece bloqueada antes de su primera interacción, se obtuvo un total de 150 milisegundos.
- La última métrica es CLS, la cual es un puntaje que indica el movimiento de los elementos en el DOM, el cual tiene una puntuación de 0.039.

## Figura 40

### Prueba en PageSpeed



### Pruebas de usabilidad

Las pruebas de usabilidad evalúan que tan usable es la aplicación, en este proyecto se utiliza el Cuestionario SUS que fue entregado a un total de 50 personas, que utilizaron previamente la aplicación u obtuvieron una inducción a la aplicación.

El Cuestionario SUS, define un puntaje que mide la usabilidad sobre 100 puntos. Respondiendo a 10 preguntas, en la Tabla 22 se resumen los resultados obtenidos.

**Tabla 22***Resultados Cuestionario SUS*

<b>Preguntas</b>	<b>Promedio</b>	<b>Cálculo SUS</b>
1. Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia.	4,64	3,64
2. Encontré el sistema innecesariamente complejo.	1,50	3,50
3. Pensé que el sistema era fácil de usar.	4,50	3,50
4. Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema.	1,70	3,30
5. Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas.	4,30	3,30
6. Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema.	1,66	3,34
7. Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar este sistema muy rápidamente.	4,40	3,40
8. Encontré el sistema muy complicado de usar.	1,46	3,54
9. Me sentí muy seguro al usar el sistema.	4,42	3,42
10. Necesitaba aprender muchas cosas antes de poder ponerme en marcha con este sistema.	1,60	3,40
	<b>Total</b>	<b>85,85</b>

En el cuestionario SUS se obtuvo una puntuación de 85.85 de usabilidad que de acuerdo a la escala de usabilidad se puede interpretar como excelente. Con este resultado obtenido, se puede destacar que en las preguntas impares las cuales tienen un sentido positivo, el mayor promedio que se obtuvo es la pregunta número uno con un resultado de 4.64 sobre 5, esto es un puntaje favorable considerando que la mayoría de usuarios que contestaron

este cuestionario tienen conocimiento sobre el área a la que va dirigida la aplicación. Mientras que, para las preguntas pares, el menor resultado que se obtuvo es la pregunta número ocho con un promedio de 1.46 sobre 5, esto se considera un puntaje excelente tomando en cuenta que las preguntas impares tienen un sentido negativo para la aplicación, esto simboliza que los usuarios encontraron la aplicación muy fácil de usar lo que representa una gran experiencia de usuario.

## Capítulo VII: Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

### Conclusiones

- Se logró identificar y plantear adecuadamente cada uno de los requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación web, gracias a la aplicación de la norma IEEE 830 para la especificación de requerimientos en conjunto con la participación de la empresa, lo cual permitió llevar a cabo con éxito el desarrollo de cada uno de los módulos que conforman la aplicación.
- Gracias al uso de la metodología Scrum en el desarrollo de la aplicación web, se pudo completar las tareas de cada una de las historias de usuario de manera organizada y rápida, ya que, al contar con avances de partes funcionales de la aplicación en las fechas establecidas, se obtiene una retroalimentación temprana de los posibles errores y con ello realizar rápidamente las correcciones respectivas.
- Para el desarrollo de las pruebas unitarias se utilizó Jasmine y Karma, herramientas que vienen instaladas por defecto en Angular, las cuales permiten crear y ejecutar pruebas unitarias respectivamente, con el fin de comprobar que cada uno de los componentes funcionen correctamente de acuerdo a los datos ingresados y los resultados que se esperan obtener.
- En el presente proyecto se utilizó una base de datos no relacional debido a la flexibilidad que existe a la hora de crear las colecciones, por lo cual no es necesario tener una estructura predefinida con determinados campos y tipos de datos, lo cual resultó beneficioso para el desarrollo de la aplicación, ya que en este caso cada uno de los cálculos tienen diferentes entradas de datos.
- Las pruebas de rendimiento realizadas tuvieron grandes resultados, en la herramienta Pingdom se obtuvo un puntaje de 87 sobre 100, mientras que en PageSpeed un rendimiento de 88 sobre 100. Por otro lado, para las pruebas unitarias se realizaron 48



spects las cuales terminaron de ejecutarse en 3.794 segundos. Por último, el resultado obtenido en las pruebas de usabilidad realizadas a 50 personas fue de 85.85 sobre 100, considerado excelente dentro de la escala de usabilidad del cuestionario SUS.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda aumentar el análisis de cobertura en el código fuente para evaluar la calidad del producto, a través de la detección de código defectuoso o no utilizado para el funcionamiento de la aplicación, con el fin de facilitar a futuro el mantenimiento del código y mejorar las prácticas de desarrollo de software.
- Es recomendable realizar pruebas de integración, ya que con las pruebas unitarias únicamente se está verificando que cada módulo de la aplicación se ejecute correctamente de manera independiente, sin embargo, existe la posibilidad de que al comprobar en conjunto se produzcan errores.
- Se sugiere incluir más miembros al equipo para implementar nuevas funcionalidades en la aplicación web, ya que es necesario que las tareas sean distribuidas adecuadamente y de acuerdo a la función que desempeña en el proyecto.
- Es importante tener en cuenta los resultados obtenidos en el cuestionario SUS para identificar qué cambios deben ser realizados a futuro con el fin de mejorar la calidad del producto y cumplir con las métricas de usabilidad.

### **Trabajos futuros**

Un proyecto futuro es el uso de la información ingresada en el presupuesto para generar una lista precisa de los materiales que serán utilizados por la construcción, es decir un recuento de cuánto materiales se comprará, que pueden ser tornillos, metales, perfiles, etc. En este proyecto se utilizó únicamente el precio de mano de obra y el precio del material para generar el presupuesto, sin embargo, agregar esta funcionalidad permite crear listas de

compras que serán utilizadas por los asesores comerciales el momento en que se aprueba la cotización.

Otra extensión que podría realizarse como proyecto futuro es el envío del presupuesto a través de correo electrónico, utilizando un servidor SMTP, o algún tipo de aplicación de mensajería.

## Bibliografía

- Baeza, F. (2019). *El contrato de hosting*.
- Bahit, E. (2012). *Scrum y eXtreme Programming para programadores*. Autoedición.
- Barbieri. (s. f.). *Steel framing—Perfiles Steel Frame* ®. Recuperado 15 de mayo de 2022, de <https://www.adbarbieri.com/productos/sistemas-de-construccion-en-acero/steel-frame>
- Bertoa, M. F., Troya, J. M., & Vallecillo, A. (2002). Aspectos de calidad en el desarrollo de software basado en componentes. *Capítulo do livro: Calidad en el desarrollo y mantenimiento del software*.
- Bittner, K., & Spence, I. (2013). *Use Case Modeling* (illustrated ed.). Addison-Wesley Professional.  
[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=zvxfXvEcQjUC&oi=fnd&pg=PR15&dq=what+is+a+use+case&ots=zSkrVod162&sig=dRG5lYuFus\\_XVzQXvp40SUYZWIs&redir\\_esc=y#v=onepage&q=what%20is%20a%20use%20case&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=zvxfXvEcQjUC&oi=fnd&pg=PR15&dq=what+is+a+use+case&ots=zSkrVod162&sig=dRG5lYuFus_XVzQXvp40SUYZWIs&redir_esc=y#v=onepage&q=what%20is%20a%20use%20case&f=false)
- Brooke, J. (1995). SUS: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.*, 189.
- Cadavid, A. N., Martínez, J. D. F., & Vélez, J. M. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2), 30-39.
- Cancio, L. P., & Bergues, M. M. (2013). Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud (ACIMED)*, 24(2), 176-194.
- Carpio, M. (2014). *Diseño estructural de una vivienda aplicando el sistema constructivo STEEL FRAMING*. Universidad del Azuay.
- Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Vodde, B. (2010). *The scrum primer*. 1285931497, 15.
- Duarte, A. (2020). *Prototipo de vivienda VIP, en Steel Framing energéticamente eficiente para zona sísmica de Ecuador*.
- Gómez, J. C., & Gómez, M. D. C. (2012). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados. *Universidades*, 62(52), 37-47.

- Gonçalves, L. (2018). Scrum. *Controlling & Management Review*, 62(4), 40-42.  
<https://doi.org/10.1007/s12176-018-0020-3>
- Google. (2011a). *Firestore*. Firestore. <https://firebase.google.com/?hl=es-419>
- Google. (2011b). *Firestore Realtime Database | Firestore Documentation*.  
<https://firebase.google.com/docs/database?hl=es-419>
- IBM. (2021, marzo 5). *Sequence Diagrams*. <https://www.ibm.com/docs/en/rsm/7.5.0?topic=uml-sequence-diagrams>
- ISO. (1996). *ISO 9241-10:1996*. ISO.  
<https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/01/68/16882.html>
- ISO. (2010). *ISO 9241-210:2010, Ergonomics of human-system interaction—Part 210: Human-centred design for interactive systems*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1:en>
- Izaurrealde, M. P. (2013). *Caracterización de Especificación de Requerimientos en entornos Ágiles: Historias de Usuario* [Universidad Tecnológica Nacional].  
[https://www.institucional.frc.utn.edu.ar/sistemas/lidicalso/pub/file/Tesis/Anteproyecto\\_Requerimientos\\_en\\_Metodolog%C3%ADas\\_Agiles.pdf](https://www.institucional.frc.utn.edu.ar/sistemas/lidicalso/pub/file/Tesis/Anteproyecto_Requerimientos_en_Metodolog%C3%ADas_Agiles.pdf)
- Li, P. (2018). *Jira Software Essentials: Plan, track, and release great applications with Jira Software*. Packt Publishing Ltd.
- Madrid, N. (2020, enero 16). ¿Qué es la experiencia de usuario? Concepto y perfil del UX. *UX - Investigación y Diseño Centrado en el Usuario*.  
<https://www.nachomadrid.com/2020/01/definicion-de-experiencia-de-usuario/>
- Menzinsky, A., López, G., Palacio, J., Sobrino, M. Á., Álvarez, R., & Rivas, V. (2020). *Historias de Usuario*.
- Microsoft. (s. f.). *Documentation for Visual Studio Code*. Recuperado 31 de mayo de 2022, de <https://code.visualstudio.com/docs>

- Moiseev, A., & Fain, Y. (2018). *Angular Development with TypeScript*. Simon and Schuster.
- Montilva, J., Arapé, N., & Colmenares, J. (2003). Desarrollo de software basado en componentes. *Actas del IV. Congreso de Automatización y Control. Mérida, Venezuela*.
- Moroney, L. (2017). Using Authentication in Firebase. En L. Moroney (Ed.), *The Definitive Guide to Firebase: Build Android Apps on Google's Mobile Platform* (pp. 25-50). Apress.  
[https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2943-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2943-9_2)
- Navas, L., Caiza, P., & Toulkeridis, T. (2019). AN EVALUATED COMPARISON BETWEEN THE MOLECULE AND STEEL FRAMING CONSTRUCTION SYSTEMS- IMPLICATIONS FOR THE SEISMIC VULNERABLE ECUADOR. *Malaysian Construction Research Journal*, 26, 87-109.
- OpenJS Foundation. (s. f.). *Node.js*. Node.js. Recuperado 30 de mayo de 2022, de <https://nodejs.org/es/about/>
- Pressman, R. S. (2013). *Ingeniería del software*.  
[http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=4272](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4272)
- Saks, E. (2019). *JavaScript Frameworks: Angular vs React vs Vue*.
- Salas Ceballos, P. (1992). *Las construcciones en tierra en Ecuador. Innovaciones tecnológicas*. 7, 18-25. <https://doi.org/10.5354/0718-8358.1992.62012>
- Sarmanho, A., & Moraes, R. (2006). *Steel framing: Arquitetura*.  
[http://www.arquitecturaenacero.org/sites/default/files/adjuntos/manual\\_steel\\_framing\\_arquitetura.pdf](http://www.arquitecturaenacero.org/sites/default/files/adjuntos/manual_steel_framing_arquitetura.pdf)
- Sarzosa, C. (2020). *Scrum aplicado a la gestión de proyectos en procesos de producción, caso de estudio: Industria textil*. Quito, 2020.
- Serrano, J., & Cebrián, D. (2014). Usabilidad y satisfacción de la e-rúbrica. *REDU. Revista De Docencia Universitaria*, 12(1), 177-195.
- Stedman, C., & Vaughan, J. (2021). *Data Modeling*.

- <https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/data-modeling>
- TermoSteel. (2015). <https://demofusygo.com/>
- Tinoco, O., Rosales, P., & Salas, J. (2010). Criterios de selección de metodologías de desarrollo de software. *Industrial data*, 13(2), 70-74.
- Trigás, M. (2012). *Metodología scrum*.
- UNEMI. (2021). Ingeniería de Software. *UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO*.  
<https://www.unemi.edu.ec/index.php/carreras-presencial/ingenieria-de-software/>
- Uribe, E. H., & Ayala, L. E. V. (2007). Del manifiesto ágil sus valores y principios. *Scientia et technica*, 13(34), 381-386.
- Wingerath, W., Ritter, N., & Gessert, F. (2019). Real-Time Databases. En W. Wingerath, N. Ritter, & F. Gessert (Eds.), *Real-Time & Stream Data Management: Push-Based Data in Research & Practice* (pp. 21-41). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-10555-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-10555-6_3)