



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍA
TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

PROYECTO INTEGRADOR

TEMA:

**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE PROFORMAS
MEDIANTE EL MÉTODO DE COSTEO POR ORDEN DE TRABAJO PARA LA EMPRESA
QUALITY**

AUTORES:

FLORES LOPEZ ANGEL LEANDRO
MOREIRA CHAVEZ JANDRY CLEDIS

TUTOR:

ING. MOREIRA CENTENO ROBERT WILFRIDO

2025 (2)

DECLARACIÓN EXPRESA AUTORÍA

Yo, Angel Leandro Flores Lopez con cedula de ciudadanía 1316438272 estudiante de la carrera de Tecnologías de la Información, declaro que el trabajo de titulación " **Desarrollo de un Sistema Web para la Automatización de Proformas Mediante el Método De Costeo Por Orden De Trabajo para la Empresa Quality**", es de exclusiva responsabilidad del autor.

Lo certifica,

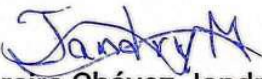

Angel Leandro Flores Lopez.

1316438272

DECLARACIÓN EXPRESA AUTORÍA

Yo, Moreira Chávez Jandry Cledis con cedula de ciudadanía 1316930476 estudiante de la carrera de Tecnologías de la Información, declaro que el trabajo de titulación " **Desarrollo de un Sistema Web para la Automatización de Proformas Mediante el Método De Costeo Por Orden De Trabajo para la Empresa Quality**", es de exclusiva responsabilidad del autor.

Lo certifica,


Moreira Chávez Jandry Cledis.

1316930476

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 2
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría de los estudiantes MOREIRA CHÁVEZ JANDRY CLEDIS y FLORES LÓPEZ ÁNGEL LEANDRO, legalmente matriculados en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de proyecto integrador, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es "DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA LA AUTOMATIZACION DE PROFORMAS MEDIANTE EL METODO DE COSTEO POR ORDEN DE TRABAJO PARA LA EMPRESA QUALITY".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, Manta 04 de febrero de 2026.

Lo certifico,


 Ing. Robert Moreira Centeno, Mg.
Docente Tutor(a)
Área: Desarrollo de Software

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi núcleo familiar: a mi padre, mi madre y mi hermana. Gracias por ser el pilar que sostiene mis sueños, por su esfuerzo incansable para brindarme los medios necesarios y por la confianza absoluta que siempre han depositado en mí.

De manera especial y distinguida, extendiendo mi gratitud al Dr. Fidel Chiriboga. Su calidad humana y mentoría académica fueron determinantes en mi trayectoria; gracias por su orientación estratégica y por brindarme el respaldo necesario en los momentos más complejos de la carrera. Su apoyo fue el puente fundamental que hizo posible culminar este proyecto con éxito.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a mi formación profesional, gracias por estar presentes.

Angel Leandro Flores Lopez

Agradecimientos

A mi familia, por el apoyo constante durante toda mi etapa universitaria. Su ayuda y paciencia fueron fundamentales en cada momento del proceso, especialmente cuando el camino se volvió más exigente. Sin su respaldo, este logro no habría sido posible, ya que siempre estuvieron presentes motivándome a seguir adelante y a no rendirme.

A los profesores, por su disposición para enseñar, orientar y exigir lo mejor de mí en el ámbito académico. A lo largo de la carrera, su acompañamiento y consejos contribuyeron de manera importante a mi formación, ayudándome a desarrollar habilidades, criterio y responsabilidad profesional que hoy se reflejan en este trabajo.

A mis compañeros, por las experiencias compartidas, el apoyo mutuo y el trabajo en equipo que hicieron más llevadera la vida universitaria. Los aprendizajes, las ideas intercambiadas y los momentos vividos durante la carrera formaron parte esencial de este proceso y dejaron una huella significativa en mi crecimiento personal y académico.

Jandry Cledis Moreira Chavez

Dedicatoria

Dedico este trabajo fundamentalmente a mi padre, mi madre y mi hermana. Ustedes son mi origen, mi soporte incondicional y la razón de mi perseverancia. Todo lo que soy y lo que aspiro a ser, se lo debo a su ejemplo y sacrificio.

Un mención especial para Copito, mi fiel compañero, cuyos recibimientos llenos de alegría al llegar a casa siempre fueron el mejor remedio para recargar energías tras las largas jornadas.

También lo dedico a mis compañeros de carrera, quienes se convirtieron en mi segunda familia durante esta etapa. Gracias por la lealtad, las risas y por hacer de la exigencia académica una experiencia memorable. Este logro también es nuestro.

Angel Leandro Flores Lopez

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a mi madre, quien me apoyó en todo momento a lo largo de mi carrera. Siempre estuvo ahí, brindándome su respaldo, su paciencia y su confianza, incluso en los momentos más difíciles. Su esfuerzo y constancia fueron una base fundamental para que hoy pueda culminar esta etapa.

A mi padre, por su apoyo y por estar presente durante este proceso, aportando con su ejemplo y motivación.

A mi familia, por acompañarme y creer en mí.

A mis compañeros, por compartir experiencias y aprendizajes a lo largo del camino.

Y a mis profesores, por sus conocimientos y orientación, que fueron clave para el desarrollo de este trabajo.

Jandry Cledis Moreira Chavez

Índice

Capítulo 1.....	17
1.1 Introducción	17
1.2 Planteamiento del Problema	18
1.2.1 Problematización.....	18
1.2.2 Genesis del Problema.....	19
1.2.3 Estado Actual del Problema	19
1.3 Diagrama Causa-Efecto	20
1.4 Objetivos	21
1.4.1 Objetivo General.....	21
1.4.2 Objetivos Específicos.....	21
1.5 Justificación	21
1.6 Impactos Esperados	23
1.6.1 Impactos Tecnológicos.....	23
1.6.2 Impactos Económicos y Operativos.....	23
Capítulo 2.....	25
2.1 Marco Teórico	25
2.1.1 Antecedentes Investigativos.....	25
2.2 Definiciones Conceptuales.....	26

2.2.1 Metodología Scrum.....	26
2.2.2 Método de Costeo por Orden de Trabajo	27
2.2.2.1. Materiales Directos y Control de Mermas	27
2.2.2.2 Mano de Obra Directa (MOD).....	28
2.2.2.3 Costos Indirectos de Fabricación (CIF)	29
2.2.2.4 Margen de Utilidad y Valorización de la Orden	30
2.2.2.5 La Hoja de Costos de la Orden	30
2.2.3 Framework Laravel.....	32
2.2.4 Motor de Base de Datos PostgreSQL	34
2.2.5 Ecosistema de Reactividad: Livewire, Volt y Flux	36
2.2.6 Librería Gráfica Three.js.....	37
2.2.7 Herramienta de Construcción Vite.....	40
2.2.8 Autenticación con Laravel Socialite	41
2.2.9 Generación de Reportes con DomPDF	41
Capítulo 3.....	43
3. Marco Investigativo	43
3.1 Tipo de investigación	43
3.1.1 Investigación aplicada.....	43
3.1.2 Investigación tecnológica.....	44
3.1.3 Investigación descriptiva	44

3.2 Método de investigación	45
3.2.1 Desarrollo iterativo de software	45
3.2.2 Validación funcional	46
3.2.3 Revisión bibliográfica	47
3.3 Fuentes de información	48
3.3.1 Fuentes primarias	48
3.3.2 Fuentes secundarias	49
Capítulo 4.....	51
4. Marco Propositivo.....	51
4.1 Descripción de la propuesta	51
4.2 Alcance del proyecto	52
4.3 Delimitaciones o Límites del Proyecto	54
4.4 Requerimientos Funcionales.....	56
4.4.1 Módulo de Configuración y Visualización 3D	56
4.4.2 Módulo de Lógica de Costeo y Algoritmos	56
4.4.3 Módulo Administrativo y de Reportes	57
4.4.4 Módulo de Seguridad y Persistencia.....	58
4.5 Requerimientos No Funcionales	58
4.5.1 Rendimiento y Eficiencia.....	58
4.5.2 Seguridad y Privacidad	59

4.5.3 Usabilidad y Disponibilidad	59
4.5.4 Mantenibilidad	59
4.6 Diseño de la Solución o Arquitectura Propuesta.....	60
4.6.1 Visión general de la arquitectura.....	60
4.6.2 Flujo de comunicación y procesamiento de datos	61
4.6.3 Integración del motor de renderizado 3D (Three.js).....	62
4.6.4 Flujo de procesamiento de costos y lógica financiera	63
4.7 Etapas de Acción para el Desarrollo de la Aplicación	64
4.7.1 Diseño de base de datos	64
4.7.2 Diseño y desarrollo de la aplicación web "Quality"	68
4.7.3 Interfaz de autenticación y control de acceso	69
4.7.4 Interfaz del Configurador Paramétrico 3D	73
4.7.5 Interfaz de Gestión de Stock y Catálogo de Materiales	75
4.7.6 Interfaz de Gestión de Catálogo y Galería Comercial	76
4.7.7 Interfaz de Configuración de Factores Financieros (4 Porcentajes)	78
4.7.8 Interfaz de Gestión de Proformas y Órdenes	80
4.7.9 Interfaz de Reportes y Documentación de Salida	82
4.8 Casos de uso del Sistema de Quality	86
4.8.1 Iniciar sesión y control de acceso	86
4.8.2 Configuración y Visualización en el Configurador 3D.....	86

4.8.3 Gestión de Stock y Catálogo de Materiales	87
4.8.4 Gestión de Catálogo y Galería Comercial	87
4.8.5 Configuración de Factores Financieros (4 Porcentajes)	88
4.8.6 Gestión de Proformas y Generación de Órdenes	89
4.8.7 Gestión de Estados y Flujo de Producción	89
4.8.8 Generación de Reportes y Documentación.....	90
4.9 Diagramas UML de casos de uso.....	91
4.9.1 Diagrama del Módulo Cliente.....	91
4.9.2 Diagrama del Módulo Administrativo	91
Capítulo 5.....	92
5. Conclusiones y Recomendaciones	92
5.1 Conclusiones	92
5.2 Recomendaciones	93
Bibliografía	94

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama de Causa-Efecto sobre la ineficiencia en el costeo y control operativo de las órdenes.....	20
Figura 2 Ciclo de Vida de la Metodología SCRUM.....	26
Figura 3 Flujo de Acumulación de Costos en una Orden de Trabajo	32
Figura 4 Flujo de la Arquitectura MVC con Laravel y PostgreSQL	34
Figura 5 Componentes Principales de una Escena en Three.js.....	39
Figura 6 Diseño de base de datos.....	67
Figura 7 Interfaz de inicio de sesión con autenticación multicanal y Google OAuth	71
Figura 8 Panel de control (Dashboard) administrativo con métricas de rentabilidad, análisis de ventas y estados de órdenes en tiempo real.....	71
Figura 9 Interfaz administrativa para la visualización, control y gestión de usuarios.....	72
Figura 10 Módulo de configuración de parámetros financieros y cuentas bancarias para la gestión de cobros.....	72
Figura 11 Interfaz del configurador de los modelos 3D personalizables y cálculo de insumos basado en las modificaciones	74
Figura 12 Aplicación de texturas dinámicas y actualización de costos en tiempo real según la selección de acabados	74
Figura 13 Interfaz de control de stock y actualización de parámetros técnicos para insumos de fabricación.....	76
Figura 14 Gestión de productos personalizables y de galería, con acciones respectivas para cada tipo	77

Figura 15 Formulario de registro de nuevos ítems para la galería de proyectos finalizados	78
Figura 16 Interfaz de Costos Indirectos con restricción de edición por periodo de vigencia activo.....	79
Figura 17 Panel de edición de factores operativos (Merma, Mano de Obra y Utilidad) por categoría de producto.....	80
Figura 18 Panel de administración de proformas emitidas con herramientas para la gestión de documentos y conversión de pedidos.....	82
Figura 19 Panel de monitoreo de órdenes de producción con indicadores de estados, métricas financieras y seguimiento de pedidos.....	82
Figura 20 Formato de proforma comercial generada por el sistema	84
Figura 21 Hoja de detalles de costos de cada material	85
Figura 22 Diagrama de casos de uso del módulo cliente.....	91
Figura 23 Diagrama de casos de uso del módulo administrativo	91
Figura 24 Inspección técnica de materia prima	96
Figura 25 Proceso manual de cotización realizado por el personal técnico	96
Figura 26 Validación funcional del módulo de inventario para la gestión digital de materiales.	97
Figura 27 Demostración en tiempo real del configurador visual 3D para la generación automática de proformas.....	97

Índice de tablas

Tabla 1	Caso de uso de inicio de sesión	86
Tabla 2	Caso de uso de configuración paramétrica.....	86
Tabla 3	Caso de uso de gestión de inventario	87
Tabla 4	Caso de uso de gestión de galería.....	87
Tabla 5	Caso de uso de configuración financiera.....	88
Tabla 6	Caso de uso de conversión de orden	89
Tabla 7	Caso de uso de flujo de estados.....	89
Tabla 8	Caso de uso de generación de reportes y documentación	90

Capítulo 1

1.1 Introducción

En el sector de los acabados de aluminio y vidrio, la precisión al determinar los costos es el factor que asegura la sostenibilidad de los pequeños negocios. La empresa "Quality", al operar mediante procesos de fabricación personalizados, enfrenta el reto de superar los cálculos manuales que actualmente complican su gestión comercial, especialmente al momento de determinar la cantidad exacta de insumos para cada pedido.

Nuestra tesis principalmente se centra en el desarrollo de un sistema web para la automatización de proformas mediante el método de costeo por orden de trabajo. El sistema incorpora un configurador paramétrico 3D que permite visualizar el producto, como, por ejemplo, ventanas, portones y mallas antimosquitos, calculando en tiempo real el material neto utilizado. El software integra esos movimientos con un módulo de gestión de inventario, que ayuda a tener presente cuanto material se usó en cada producto, además de un flujo de validación de estados de pago, ayudando a que dichos pagos de cada orden sean reconocidos por la administración basándose en datos reales.

El objetivo principal es proporcionar una herramienta que automatice la mayor exactitud en los cálculos financieros y operativos de la empresa. Al establecer el precio de venta sobre los materiales que se han consumido, el sistema asegura que cada proforma sea correcta, manejando el margen de utilidad y facilitando el control de las mermas. El desarrollo del proyecto tiene como finalidad automatizar la gestión de "Quality" mediante la implementación de tecnología web, dando a conocer la influencia positiva que genera usar estos sistemas donde se requiere mayor control administrativo.

1.2 Planteamiento del Problema

1.2.1 Problematicación

En el contexto operativo actual de la empresa "Quality", la gestión comercial y la planificación de la fabricación se ven limitadas por la dependencia de métodos manuales para la estimación de costos. Al ser una organización con una estructura operativa compacta, el cálculo de materiales y la generación de proformas recaen en procesos empíricos que dificultan el seguimiento de las órdenes de trabajo. Este tipo de cálculo informal en ocasiones impide dar a conocer con exactitud el estado financiero y actual de cada pedido, lo que dificulta responder precisamente a las demandas del mercado local.

Aunque algunas tecnologías pueden mejorar los procesos, la realidad es que el software genérico no está diseñado para manejar con exactitud los trabajos de aluminio y vidrio, lo que conlleva a generar cálculos incorrectos de materiales usados y aplicar de manera consistente los márgenes de utilidad.

Esta ausencia de un sistema técnico de costeo genera una vulnerabilidad en la economía del negocio, ya que los errores en los cálculos manuales impiden un control real sobre el aprovechamiento del inventario y el factor de merma, comprometiendo directamente la rentabilidad de cada pedido.

1.2.2 Genesis del Problema

En los últimos años, el sector de los acabados y la construcción ha experimentado una transformación significativa impulsada por la digitalización de los servicios. Por lo que la empresa “Quality” ha buscado optimizar sus procesos de cotización para mantenerse al nivel del mercado local, no obstante, los trabajadores se han visto limitados por el uso de métodos manuales e informales que dificultan manejar la creciente demanda de trabajos personalizados.

Se han analizado procesos críticos dentro de la empresa “Quality”, como la elaboración y generación de proformas que aún siguen siendo escritas en papel, así como también el control de los materiales e insumos utilizados en cada producto. El cálculo de los costos de una orden de trabajo es un proceso complejo, que actualmente dificulta cuantificar con precisión el material neto utilizado y el aprovechamiento de retazos (merma), lo que limita la planificación de compras, reduciendo la certeza financiera sobre la rentabilidad que genera cada pedido u orden. A dicha limitación se le suma la carencia de llevar registros sobre el estado de las ordenes, lo que impide la verificación de pagos para comenzar con el proceso de producción de la orden.

1.2.3 Estado Actual del Problema

En la actualidad, la gestión de cotizaciones y órdenes de trabajo en la empresa "Quality" presenta limitaciones significativas debido a la falta de sistematización. El proceso de costeo depende directamente de métodos manuales y del criterio empírico de los responsables, lo que conlleva a una variabilidad en los precios: un mismo trabajo puede ser cotizado con valores diferentes basándose en estimaciones globales, sin un estándar técnico que respalde el cálculo real de los insumos.

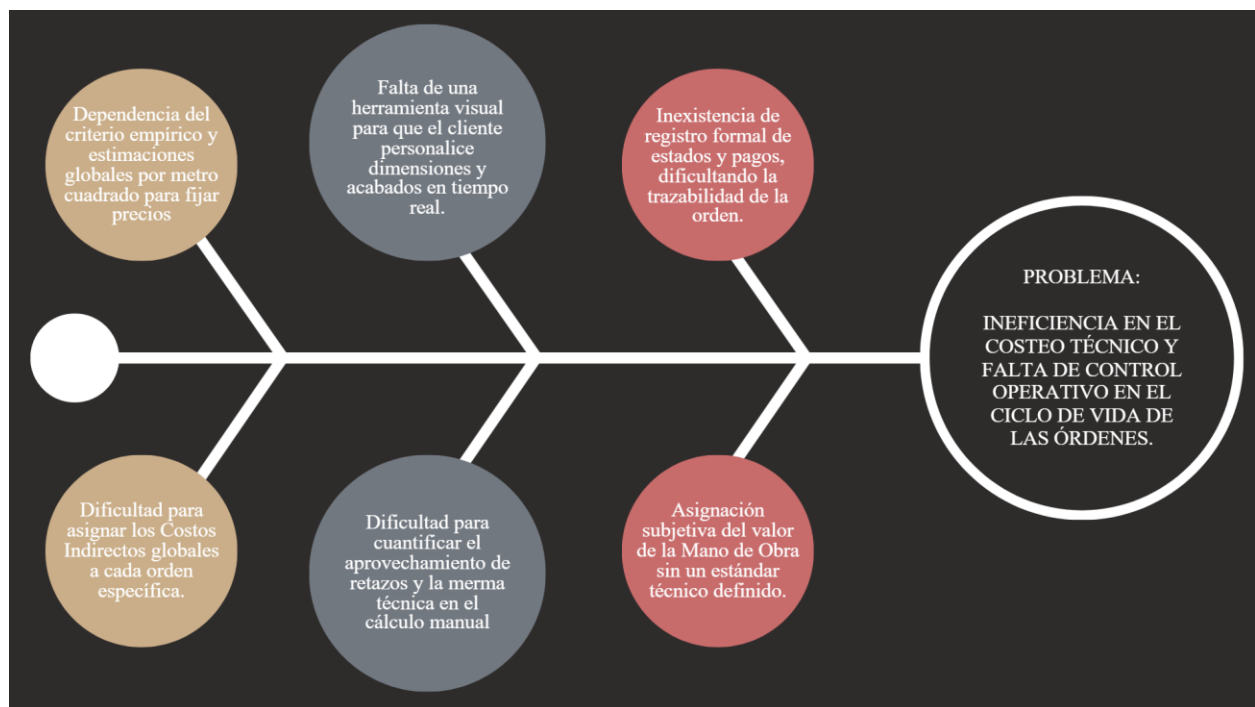
Desde el ámbito tecnológico, la empresa no dispone de un sistema o plataforma centralizada que integre el diseño visual del producto con la ingeniería de costos asociada. La falta

de un configurador paramétrico impone el cálculo de los materiales de manera desarticulada, en donde no se asignan con precisión los costos indirectos ni los costos directos asociados al producto como: la mano de obra, el porcentaje de merma y el margen de utilidad. Por otro lado, el negocio no tiene una forma clara de rastrear sus pedidos, lo que hace que sea un lío pasar de la aprobación de un presupuesto al inicio del trabajo en el taller. Esta falta de control crea dudas tanto en las cuentas como en el día a día, poniendo en riesgo la estabilidad del negocio y haciendo que sea más difícil competir con otros talleres que son más organizados.

1.3 Diagrama Causa-Efecto

Figura 1

Diagrama de Causa-Efecto sobre la ineficiencia en el costeo y control operativo de las órdenes



Nota. Elaboración propia.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema web para la automatización de proformas mediante el método de costeo por orden de trabajo que integre un configurador visual 3D, con el fin de asegurar la precisión en el cálculo de materiales, estandarizar la fijación de precios y optimizar el control de inventario en la empresa "Quality".

1.4.2 Objetivos Específicos

- Integrar un configurador personalizable de modelos 3D, para productos seleccionados, obteniendo en tiempo real los datos necesarios para generar la proforma de manera automática.
- Desarrollar un módulo de configuración para todos los costos relacionados con el producto, manteniendo precisión en los costos de producción.
- Generar proformas en formato PDF con todos los datos y costos relacionados al producto, y control para el estado de las ordenes que engloba la validación manual de comprobantes de pago.
- Construir un módulo de inventario que integre el cálculo automático del valor por material y el control de retazos, mediante la configuración de costos de los materiales.

1.5 Justificación

En el contexto comercial y de manufactura actual, donde la competitividad exige respuestas rápidas y precios precisos, es fundamental que las empresas como "Quality" evolucionen hacia la digitalización para superar las limitaciones de la gestión manual. Actualmente, la empresa carece

de herramientas tecnológicas especializadas que estandaricen sus procesos de cotización, dependiendo de cálculos empíricos que no garantizan la cobertura total de los costos de producción ni la precisión en el uso de materiales.

La carencia de un mecanismo que ayude a integrar y cuantificar con exactitud las variables críticas, como las ya antes mencionadas, retazos (merma) y la correspondiente asignación de costos tanto directos como indirectos, dificulta que los responsables conozcan la rentabilidad real de cada orden o pedido realizado. Esta gestión informal conlleva incertidumbre financiera, limitando a la empresa en su capacidad de proyectar su crecimiento o a la hora de ajustar sus precios de forma estratégica en el mercado.

Desarrollar una sistema web con un configurador 3D que integre el costeo por órdenes de trabajo, que permitirá optimizar los tiempos de respuesta hacia al cliente, eliminando en mayor medida el error humano a la hora de los cálculos de los insumos. Al completar la aplicación de parámetros que conlleva costos indirectos, mano de obra, factor de merma o porcentaje de desperdicio y utilidad mediante un flujo secuencial de cálculo e integrar la validación de pagos, se asegura una estructura de precios técnica y una operación financiera segura. Esto transforma las tareas repetitivas antes mencionadas en un proceso eficiente que profesionaliza la imagen de la empresa ante los clientes.

En consecuencia, el presente proyecto acude a la necesidad operativa prioritaria de “Quality”, contribuyendo a la sostenibilidad económica del negocio y en la trazabilidad del flujo de trabajo.

El desarrollo de este software se convierte en una propuesta tecnológica pertinente, viable y de valor directo para la toma de decisiones y el control administrativo de la producción.

1.6 Impactos Esperados

1.6.1 Impactos Tecnológicos

- Estructuración de una arquitectura web, eliminando la dependencia de cálculos manuales, hojas de cálculo aisladas y asegurando la integridad de la información en tiempo real.
- Vínculo directo entre el visor 3D y el cálculo de precios, permitiendo que las medidas y detalles del diseño se pasen al sistema de costos automáticamente sin tener que transcribir datos a mano.
- Envío automático de correos electrónicos para que el cliente reciba un aviso apenas su orden cambie de estado, esto con el fin de tener una comunicación fluida sobre el avance de su orden.
- Control de todo el proceso de las ordenes, facilitando el seguimiento de cada etapa y el guardado de comprobantes para que la información no se pierda entre la proforma y la entrega final.
- Sistematización de la lógica de despiece, sustituyendo las estimaciones empíricas por algoritmos matemáticos basados en la unidad de medida real de cada insumo.

1.6.2 Impactos Económicos y Operativos

- Protección de la rentabilidad al asegurar la aplicación técnica de los costos indirectos y el factor de merma, eliminando pérdidas económicas derivadas de cálculos manuales inexactos.

- Reducción de riesgos financieros operativos mediante la validación obligatoria de pagos aprobados antes del inicio de fabricación, de esta manera evitamos el consumo de material sin respaldo económico verificado.
- Optimización del flujo comercial mediante la reducción de los tiempos de respuesta de las proformas, permitiendo la emisión de las mismas de manera rápida y detallada para incrementar la competitividad en el mercado.
- Estandarización de la política de precios, eliminando la subjetividad en la fijación de costos y garantizando que el margen de utilidad configurado se aplique con rigor en cada orden de trabajo.

Capítulo 2

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Antecedentes Investigativos

Para fundamentar la viabilidad del proyecto, se han seleccionado investigaciones nacionales que abordan la problemática de costos en la industria del aluminio y el desarrollo de software aplicado a la manufactura.

En el ámbito de la contabilidad de costos, (Espinoza Flores & Ulloa Vázquez, 2019), en su investigación para la Universidad del Azuay, realizaron un diagnóstico en cinco empresas del sector del aluminio. Su estudio concluyó que el método empírico que siempre usan dificulta determinar la rentabilidad real de los trabajos, recomendando la adopción de un sistema de costos por órdenes de producción si lo que se busca es que el negocio se mantenga a largo plazo. Bajo esa premisa, este hallazgo confirma que es urgente dejar de lado las estimaciones generales en favor de un cálculo técnico.

Por otro lado, (Caicedo Quispe, 2015), en su tesis aplicada a la "Vidriería Moreira", demostró que la falta de una estructura de costos clara genera pérdidas invisibles, especialmente por no tomar en cuenta los Costos Indirectos de Fabricación (CIF). Su trabajo fundamenta técnicamente la importancia de que el sistema informático permita configurar parámetros específicos para distribuir estos gastos en cada orden de trabajo, punto que se integra en el algoritmo de costeo de la presente propuesta.

Finalmente, en el campo tecnológico, (Sagbaycela, 2022) desarrolló un sistema web para el "Taller de Aluminio y Vidrio López" bajo metodologías ágiles. Su proyecto evidenció que la automatización de la facturación y el inventario redujo significativamente los tiempos de atención al cliente y eliminó los errores de cálculo manual en el despiece de materiales. Esta investigación

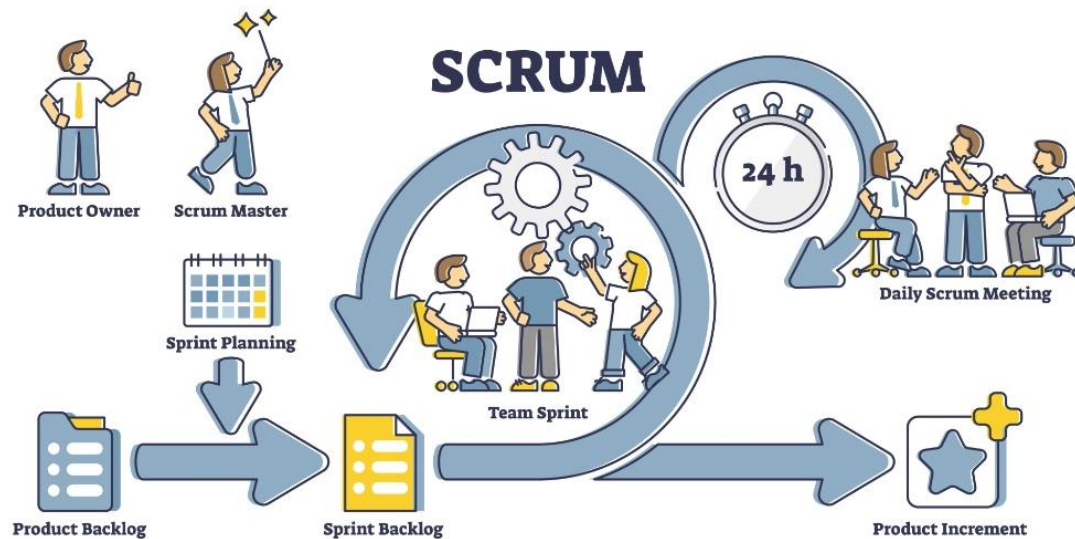
sirve como precedente directo para la solución propuesta en "Quality", la cual evoluciona dicho concepto mediante la integración de un configurador visual 3D para la captura automática de datos y un flujo de trazabilidad que formaliza el proceso mediante la validación de estados de pago.

2.2 Definiciones Conceptuales

2.2.1 Metodología Scrum

Para la gestión y desarrollo del software se ha seleccionado Scrum, un marco de trabajo ágil diseñado para generar valor a través de soluciones adaptativas ante problemas complejos. Según sus creadores (Schwaber & Sutherland, 2020), esta metodología se fundamenta en el empirismo y el pensamiento Lean, dividiendo el trabajo en iteraciones cortas denominadas Sprints. Al finalizar cada ciclo, se entrega un incremento de producto funcional y refinado.

Figura 2
Ciclo de Vida de la Metodología SCRUM



Nota. Elaboración propia basada en (Schwaber & Sutherland, 2020).

La elección de esta metodología para el sistema "Quality" se justifica por la naturaleza evolutiva de los requerimientos técnicos y financieros. Dado que la lógica matemática para calcular la merma y los costos indirectos requiere validaciones constantes con el personal experto de la empresa, Scrum facilita la incorporación de ajustes inmediatos tras cada revisión, asegurando que el software se alinee con la realidad del taller.

El proceso se estructura en tres componentes clave adaptados al proyecto:

1. **Product Backlog (Pila del Producto):** Listado priorizado de todos los requerimientos del sistema, tales como el "Motor de visualización 3D", el "Algoritmo de costeo en cascada", el "Módulo de gestión de inventario" y el "Sistema de seguimiento de órdenes con notificaciones automatizadas".
2. **Sprint Planning:** Reunión de planificación donde se definen las tareas específicas a desarrollar en un periodo determinado (ej. 2 semanas), seleccionadas de la pila del producto.
3. **Sprint Review:** Sesión de revisión donde se demuestra el incremento funcional al cliente (responsables de Quality) para validar que el cálculo de precios y la visualización paramétrica cumplen con las expectativas técnicas antes de proceder al siguiente ciclo.

2.2.2 Método de Costeo por Orden de Trabajo

2.2.2.1. Materiales Directos y Control de Mermas

Los Materiales Directos (MD) constituyen el primer elemento del costo y se definen como aquellos insumos que pasan a formar parte integral del producto terminado y que pueden ser rastreados física y económicamente hasta una orden específica. Dentro del sistema "Quality", este apartado incluye todo lo necesario: desde la perfilería de aluminio y los vidrios hasta los herrajes

y seguros para el ensamblaje. Uno de los puntos clave que soluciona el software es cómo manejar la merma normal. Como bien señalan (Horngren, Datar, & Rajan, 2012), este tipo de desperdicio es parte del proceso si queremos ser eficientes, así que se debe ver como un costo del producto final. En nuestro caso, al cortar barras estándar para sacar piezas a medida, siempre queda un retazo técnico que no se puede evitar. Por eso, el algoritmo del sistema aplica esta lógica: calcula cuánto aluminio se usa y le suma el porcentaje de merma configurado directamente al costo del material en cada Orden de Trabajo. Esto garantiza que el precio final calculado recupere la inversión total del inventario utilizado, evitando fugas financieras por material no facturado. Además, el sistema permite que, al finalizar el estado de producción, los retazos con dimensiones útiles sean registrados nuevamente en el inventario para su reaprovechamiento, optimizando así el ciclo de vida del material.

2.2.2.2 Mano de Obra Directa (MOD)

La Mano de Obra Directa corresponde al costo del recurso humano que interviene físicamente en la transformación de la materia prima en producto terminado. Según (Horngren, Datar, & Rajan, 2012), este rubro incluye las remuneraciones de toda la mano de obra de fabricación que se puede rastrear hasta el objeto de costo de una manera económicamente factible.

En el entorno operativo de la empresa "Quality", el sistema adopta un enfoque de asignación porcentual en lugar de un rastreo real por tiempo ejecutado. Dado que cronometrar individualmente cada proceso de corte, perforación y ensamblaje resultaría ineficiente para la agilidad que requiere el proceso de cotización, el software estandariza este costo mediante un parámetro porcentual ajustable.

Lo que hace el algoritmo es calcular la mano de obra aplicando ese porcentaje directo sobre lo que cuestan los materiales. Gracias a esto, se pueden sacar proformas al instante, asegurando

que el precio final siempre tenga el monto justo para pagar el trabajo técnico. Al automatizar todo el proceso, el sistema logra que todo ese conocimiento que la empresa ha ganado con los años sobre el armado de aluminio se convierta en un cobro estándar y equilibrado para cada pedido.

2.2.2.3 Costos Indirectos de Fabricación (CIF)

Los Costos Indirectos de Fabricación (CIF) constituyen el tercer elemento del costo y agrupan todos los desembolsos de manufactura que no pueden rastrearse de forma directa o económicamente factible a una orden de trabajo específica, pero que son indispensables para el funcionamiento del taller. En el contexto de "Quality", este rubro se reserva para gastos operativos que el sistema no contabiliza como insumos físicos, tales como:

- Servicios básicos: Consumo de energía eléctrica y agua necesarios para el funcionamiento de las máquinas.
- Mantenimiento y Depreciación: El desgaste de la maquinaria de corte y herramientas.
- Logística y Otros: Gastos de transporte, arriendo del local y movilización de materiales que no se cargan como un ítem de inventario.

Debido a que no es operativo asignar estos gastos centavos a centavo a cada producto, el sistema web aplica el método de Tasa Predeterminada de Costos Indirectos. De acuerdo con (Horngren, Datar, & Rajan, 2012), este método ayuda a las empresas a repartir sus gastos generales usando una tasa ya planificada. En el software que se desarrolló, esta tasa funciona como un porcentaje aparte que se aplica al costo de los materiales. De esta manera, se asegura que cada proforma aporte lo que le corresponde para cubrir los costos fijos, ayudando a que el negocio sea económicamente viable a largo plazo.

2.2.2.4 Margen de Utilidad y Valorización de la Orden

El margen de utilidad representa el excedente financiero que la empresa espera obtener tras recuperar la totalidad de sus costos de producción. Según (Horngren, Datar, & Rajan, 2012), el precio de una orden de trabajo debe determinarse sumando un margen de beneficio al costo total del producto, técnica fundamental para asegurar la rentabilidad y el crecimiento de la organización.

En el algoritmo programado en el sistema, el margen de utilidad se gestiona de forma diferenciada a los costos directos e indirectos. A diferencia de la merma, la mano de obra y los gastos indirectos (CIF), que se calculan por separado basándose en los materiales, la utilidad se saca sobre el total de todos esos costos acumulados. Es decir, se suma todo (materiales, mermas, mano de obra y CIF) y sobre eso se aplica el margen de utilidad. Con esta lógica, el sistema asegura que la rentabilidad que el administrador decida realmente cubra toda la inversión de la operación. Finalmente, partiendo de ese total, el software añade el IVA para sacar el precio final de la proforma. Este monto global es el dato que el administrador utiliza para la validación del comprobante de pago subido por el cliente; el sistema asegura así que el depósito verificado cubra tanto los recursos operativos y la utilidad esperada, como las obligaciones tributarias, antes de autorizar el cambio de estado de la orden hacia la fase de producción.

2.2.2.5 La Hoja de Costos de la Orden

La Hoja de Costos es el documento fuente que resume la acumulación de los elementos del costo para una orden específica. Según (Horngren, Datar, & Rajan, 2012), el registro de costo de cada trabajo es el pilar del sistema de órdenes de trabajo, ya que permite identificar cómo se consumen los recursos en cada pedido individual, facilitando el control y la determinación del margen de utilidad.

En el sistema web desarrollado, esta "Hoja de Costos" evoluciona de un registro físico manual a un objeto digital dinámico. El software procesa la información en tiempo real y genera reportes especializados mediante la librería DomPDF, los cuales cumplen una doble función estratégica:

1. **Función de Control (Reporte Interno):** Esta función deja que el administrador y propietario vea detalladamente cuánto costará técnicamente el trabajo, qué materiales se necesitan exactamente y cuál será la ganancia. Es el documento clave para tomar decisiones financieras y estar seguros de que el proyecto será rentable antes de empezar a fabricar.
2. **Función Comercial (Proforma Externa):** El sistema crea un documento que muestra al cliente las especificaciones y el precio final con sus impuestos. Por estrategia y para proteger la privacidad del negocio, en este reporte no aparecen los costos internos ni el margen de utilidad, entregando así una propuesta limpia y profesional.

Al automatizar estos pasos, "Quality" logra un control estricto de sus ganancias y su efectivo. Así, se eliminan los errores de los cálculos a mano y se estandariza la forma de presentar los servicios, manteniendo un registro digital claro de cada pedido.

Figura 3
Flujo de Acumulación de Costos en una Orden de Trabajo



Nota. Elaboración propia basada en (Horngren, Datar, & Rajan, 2012).

2.2.3 Framework Laravel

Laravel es un marco de trabajo (framework) de código abierto para el desarrollo de aplicaciones web complejas, escrito en lenguaje PHP. Para el presente proyecto se utiliza la versión 12, la cual representa la evolución más reciente del ecosistema, optimizando la velocidad de respuesta y la integración nativa con herramientas de reactividad. Según (Stauffer, 2019), Laravel no es solo una colección de archivos, sino un entorno de desarrollo estructurado que estandariza prácticas de ingeniería de software modernas, facilitando la escalabilidad y el mantenimiento a largo plazo.

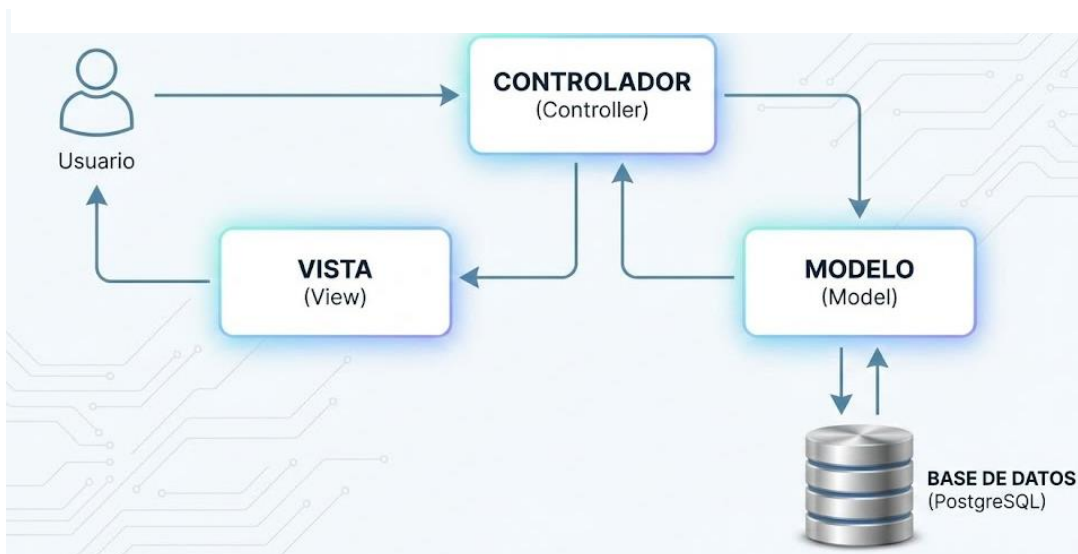
La elección de esta tecnología para el sistema "Quality" se fundamenta en tres pilares técnicos clave que agilizan el desarrollo del cotizador web:

- A. **Arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC):** Laravel adopta estrictamente el patrón de arquitectura de software MVC. Esta separación es vital para el proyecto "Quality" ya que permite desacoplar la lógica de negocio (el cálculo matemático de costos y mermas) de la interfaz de usuario (lo que ve el cliente).
- **Modelo:** Gestiona los datos del inventario y las reglas de negocio.
 - **Vista:** Presenta la información en pantalla (el configurador 3D y las proformas).
 - **Controlador:** Intermedia entre ambos, procesando las solicitudes del usuario. Esta estructura garantiza que, si en el futuro se desea cambiar el diseño visual del sistema, no sea necesario reescribir la lógica de los costos.
- B. **Mapeo Objeto-Relacional (Eloquent ORM):** Una de las potencias de Laravel es Eloquent, su integración de ORM (Object-Relational Mapping). Según menciona (Stauffer, 2019), Eloquent facilita la comunicación con PostgreSQL al usar una sintaxis orientada a objetos, lo que evita tener que escribir consultas SQL largas y repetitivas desde cero. En el caso del sistema "Quality", esto es clave para manejar relaciones complejas, como cuando una orden está ligada a un cliente y a varios materiales a la vez, de una forma más sencilla y segura. Así, se disminuye muchísimo el riesgo de cometer errores al gestionar los datos del inventario.
- C. **Seguridad y Protección de Datos:** Dado que el sistema maneja información financiera sensible (precios de costo, márgenes de utilidad y datos de clientes), la seguridad es prioritaria. Laravel integra "out of the box" (de fábrica) mecanismos

de defensa contra las vulnerabilidades web más comunes reportadas por OWASP, tales como:

- **Protección CSRF (Cross-Site Request Forgery):** Evita que sitios maliciosos realicen acciones en nombre del administrador autenticado.
- **Protección contra Inyección SQL:** El uso del ORM permite que los datos se limpien de forma automática antes de entrar al sistema. Esto evita que alguien intente manipular la base de datos a través de los formularios de cotización para alterar la información.

Figura 4
Flujo de la Arquitectura MVC con Laravel y PostgreSQL



Nota. Elaboración propia basada en (Stauffer, 2019).

2.2.4 Motor de Base de Datos PostgreSQL

Para la gestión de datos del sistema, se seleccionó PostgreSQL en su versión 16, el sistema de base de datos relacional de objetos (ORDBMS) más avanzado del mercado open source. Según (Schönig, 2023), esta versión introduce optimizaciones críticas en la ejecución de

consultas paralelas y en el manejo de cargas de trabajo mixtas (transaccionales y analíticas), superando las limitaciones de los motores SQL tradicionales.

La elección de PostgreSQL 16 en el proyecto "Quality" responde a necesidades técnicas específicas de la ingeniería de software moderna:

- A. **Alto Rendimiento en Datos JSONB (Configuraciones 3D):** Dado que cada ventana tiene una combinación única de accesorios y medidas, el sistema almacena estos parámetros en formato JSONB (Binary JSON). La versión 16 de PostgreSQL mejora sustancialmente el rendimiento de las funciones de análisis de JSON. Esto permite que el backend recupere la estructura compleja de una "Ventana" milisegundos más rápido, facilitando la carga instantánea de los modelos en el visualizador Three.js sin la rigidez de una estructura de tablas relacionales pura.
- B. **Seguridad en los registros (ACID):** Como en un negocio pequeño la precisión del inventario es lo que asegura que no haya pérdidas, usamos PostgreSQL porque maneja los principios ACID con rigor. Básicamente, esto garantiza que cuando se registra la salida de material para un trabajo, el sistema lo hace de forma completa: o se descuenta del stock y se suma al costo al mismo tiempo, o no se hace nada. Así evitamos que los datos queden "a medias" o con errores si se llega a cortar el internet o falla la red.
- C. **Trabajo en equipo sin bloqueos (MVCC):** Para que si dos personas están usando el sistema al mismo tiempo (por ejemplo, cotizando y revisando stock) la base de datos no se trabe, el motor usa el Control de Concurrencia Multiversión. Esto permite que alguien consulte precios mientras otra persona guarda una orden nueva

sin que el sistema se ponga lento o bloquee al otro. Así, el programa siempre responde rápido, aunque haya varias tareas pendientes.

2.2.5 Ecosistema de Reactividad: Livewire, Volt y Flux

Para la construcción de la interfaz de usuario del sistema "Quality", se ha adoptado el ecosistema de reactividad basado en Livewire, utilizando específicamente los componentes Volt y la librería de componentes Flux. Esta combinación permite desarrollar aplicaciones con un comportamiento de respuesta instantánea (Single Page Application) manteniendo la robustez y seguridad del renderizado en el servidor. De acuerdo con (Stauffer, 2019), trabajar con componentes permite juntar la lógica y la interfaz en un solo lugar, lo que ayuda a crear aplicaciones mucho más interactivas. En el caso de "Quality", aprovechamos esto al máximo usando Volt y Flux. Estas herramientas, que según la Documentación de (Laravel, 2025) son el estándar actual, permiten que el sistema sea rápido y se vea bien. Elegimos este camino por tres razones principales:

- A. **Cotización dinámica con Volt:** Usar Volt fue clave para que el cotizador no se sienta como una web vieja donde todo es lento. Aquí, si modificas el ancho de un perfil de aluminio, no tienes que esperar a que la página cargue de nuevo; el sistema ya te está mostrando el nuevo precio y el modelo 3D actualizado. Todo el procesamiento de las mermas pasa "detrás de escena" de inmediato, ahorrándole tiempo al usuario.
- B. **Una interfaz profesional con Flux:** Para que el programa se vea ordenado y sea fácil de usar, aplicamos Flux. Esta librería nos da elementos ya listos y optimizados (como tablas y formularios) que hacen que la visualización de las proformas sea coherente.

C. **Conexión directa con el servidor:** Este conjunto de herramientas sirve como puente entre la base de datos y lo que ve el usuario. Livewire se encarga de que cualquier cambio en la ventana se revise de inmediato contra las reglas del negocio. Así, nos aseguramos de que no haya errores en los datos antes de que la orden se guarde definitivamente.

2.2.6 Librería Gráfica Three.js

Three.js es una librería ligera escrita en JavaScript que permite crear y mostrar gráficos 3D animados en un navegador web. Su función principal es abstraer la complejidad de la API nativa WebGL (Web Graphics Library), proporcionando una estructura de alto nivel más accesible para los desarrolladores. Según (Dirksen, 2023), Three.js facilita la creación de escenas, cámaras, luces y mallas tridimensionales que se renderizan directamente en el lienzo (canvas) HTML5, aprovechando la aceleración por hardware de la tarjeta gráfica (GPU) del dispositivo del usuario. En el desarrollo del cotizador para "Quality", esta tecnología cumple un rol estratégico de ventas. A diferencia de un catálogo estático en papel, el sistema incorpora un Configurador de Producto Interactivo con las siguientes características técnicas:

A. **Construcción matemática de las piezas:** En lugar de cargar archivos 3D pesados que pondrían lento el programa, el sistema los va armando matemáticamente al momento. Lo que hice fue programar el software para que use la función BoxGeometry; así, en vez de jalar un modelo ya hecho, el sistema dibuja los perfiles de aluminio y el vidrio desde cero usando las medidas exactas que pone el usuario. De esta forma, lo que aparece en el visor no es una imagen de referencia, sino el diseño real con las dimensiones técnicas de la orden.

B. **Simulaciones de Materiales (PBR):** Para que las ventanas no parezcan simples dibujos, aplicamos materiales basados en física. Como menciona (Dirksen, 2023), esto sirve para imitar la forma en que la luz rebota en las superficies, logrando que el aluminio y el vidrio se vean mucho más reales. En el software, esto se traduce en:

- **Vidrio:** Se configura con propiedades de transparencia (opacity) y reflexión para simular el cristal.
- **Aluminio:** Se utiliza un material con alta especularidad (MeshStandardMaterial) para imitar el brillo metálico de los marcos.
- **Malla Anti-mosquitera:** En lugar de usar imágenes pesadas para el tejido, el sistema usa una geometría tipo "malla de alambre" (wireframe). Esto permite que el mosquitero se vea real en la pantalla sin consumir casi nada de memoria, haciendo que el programa sea mucho más ligero.

C. **Movimiento y control con OrbitControls:** Para que el cliente pueda ver la ventana desde cualquier ángulo, integré el módulo OrbitControls. Esto le permite girar la pieza 360 grados o hacer zoom para revisar bien los acabados antes de decidirse. Al poder ver el producto de forma tan clara y real antes de comprarlo, el cliente se siente más seguro y es mucho más fácil concretar la venta.

Figura 5
Componentes Principales de una Escena en Three.js



Nota. Elaboración propia basada en (Dirksen, 2023).

2.2.7 Herramienta de Construcción Vite

Vite es un motor de construcción (build tool) de nueva generación diseñado para ofrecer una experiencia de desarrollo rápida y un rendimiento superior en entornos de producción. Dentro del sistema "Quality", Vite es la herramienta que se encarga de organizar y hacer que todo lo que el usuario ve en pantalla cargue rápido. Según explican en (Vite Project, 2025), este sistema aprovecha las capacidades modernas del navegador para que no haya que esperar a que todo el código se procese, permitiendo una respuesta casi instantánea.

Usar esta tecnología nos da tres ventajas claras:

- **Velocidad para el visor 3D:** Como el programa usa librerías pesadas para mostrar las ventanas en 3D, Vite las maneja de forma eficiente. Esto hace que el motor gráfico cargue rápido, permitiendo que cualquier cliente pueda entrar al configurador incluso con un internet doméstico normal.
- **Actualizaciones sin interrupciones (HMR):** Vite permite que, si se hace un ajuste en la interfaz o en los cálculos, el cambio se vea al momento sin que se pierda lo que el usuario ya estaba cotizando. Como bien dice (Otwell, 2024), al estar integrado con Laravel, la sincronización entre lo que pasa en el servidor y lo que ve el cliente es total.
- **Máximo rendimiento:** Para la versión final del sistema, Vite limpia y comprime el código al máximo. Esto asegura que el programa funcione de forma muy fluida, tanto para el cliente como para el administrador o propietario en su computadora, evitando que el sistema se ponga lento al momento de generar proformas o revisar el inventario.

2.2.8 Autenticación con Laravel Socialite

La seguridad en el acceso y la gestión de identidades son pilares fundamentales para proteger la información comercial y los datos de los clientes del sistema "Quality". Laravel Socialite es un paquete oficial diseñado para gestionar la autenticación a través de proveedores externos mediante el protocolo OAuth.

La integración de esta tecnología se sustenta en los siguientes aspectos:

- **Seguridad de Acceso:** En lugar de gestionar y almacenar contraseñas locales que podrían ser vulnerables, el sistema permite la autenticación mediante proveedores de identidad reconocidos. Como indica (Bean, 2023), usar estos proveedores externos hace que el sistema sea más seguro, ya que delegamos el inicio de sesión a plataformas que tienen los más altos estándares de protección. Al usar estos métodos, el sistema es mucho más difícil de atacar y nos ahorramos el riesgo de que la información sea robada.
- **Comodidad para el cliente:** Queríamos que entrar al sistema no fuera un problema. Ahora, el cliente puede entrar al cotizador y guardar sus proyectos con un solo clic usando sus redes sociales, sin perder tiempo llenando formularios largos que nadie quiere completar. Para quienes manejan el sistema, esto también es una ventaja enorme porque se entra de forma segura y rápida, olvidándonos de los típicos problemas cuando a alguien se le pierde la contraseña y hay que hacer todo el proceso para recuperarla.

2.2.9 Generación de Reportes con DomPDF

DomPDF es una librería basada en PHP que permite la conversión de código HTML y hojas de estilo CSS en documentos portátiles (PDF). A diferencia de las soluciones que imprimen

desde el navegador del cliente (JavaScript), DomPDF opera completamente en el servidor (Server-Side Rendering). Según (Stauffer, 2019), en el ecosistema de Laravel, el uso de paquetes externos mediante el gestor de dependencias Composer es la práctica estándar para extender la funcionalidad del núcleo sin comprometer la estabilidad del sistema.

Para la empresa "Quality", esta herramienta es el motor de formalización del negocio, permitiendo convertir los datos técnicos del configurador en documentos estáticos a través de las siguientes funciones:

- **Seguridad y validez de los documentos:** El sistema crea dos tipos de reportes: la "Proforma" para el cliente y la "Hoja de Costos" que es solo para el manejo interno del taller. Al generar un archivo PDF cerrado, nos aseguramos de que nadie pueda modificar los precios o los detalles técnicos, manteniendo la información tal cual se calculó.
- **Diseño profesional y personalizado:** Usamos DomPDF porque permite que los reportes tengan el logo y el estilo visual del negocio. Según (DomPDF Project, 2025), esta herramienta puede armar tablas detalladas y usar letras personalizadas, logrando que todo el cálculo que hace el sistema se convierta en una lista técnica fácil de leer y muy profesional.
- **Trabajo más rápido y sin errores:** El software toma los datos de la base de datos y los coloca automáticamente en una plantilla para generar el documento al instante. Esto elimina por completo los errores que ocurren cuando se escribe a mano y hace que el tiempo para armar una proforma pase de varios minutos a solo unos segundos, facilitando muchísimo el trabajo de los técnicos en el día a día del negocio.

Capítulo 3

3. Marco Investigativo

En esta sección se expone el enfoque investigativo adoptado para examinar, diseñar y validar el sistema desarrollado: un sistema web que integra un motor de renderizado tridimensional y lógica de programación avanzada para la generación automatizada de proformas, hojas de costos y gestión de mermas dentro de la empresa "Quality". A diferencia de un estudio puramente descriptivo, este proyecto se ha desarrollado mediante la aplicación de metodologías propias de la ingeniería y el desarrollo tecnológico, centradas en la comprensión profunda de las necesidades operativas del taller, el análisis técnico de los materiales (aluminio y vidrio) y la validación funcional de la solución tecnológica para garantizar su precisión en un entorno comercial real.

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Investigación aplicada

La investigación aplicada se centra en la resolución de problemas específicos y prácticos en entornos reales, utilizando el conocimiento científico para generar soluciones que tengan un impacto inmediato. De acuerdo con (Lozada, 2023), este tipo de investigación busca transformar el conocimiento teórico en herramientas funcionales que mejoren procesos industriales o empresariales.

En el contexto de este proyecto, la investigación es de carácter aplicado debido a que el objetivo principal trasciende el estudio teórico de la ingeniería de software, enfocándose en la creación de una solución tecnológica directa para la empresa "Quality". Con el desarrollo de este sistema web, se busca dejar atrás la lentitud y los errores de calcular presupuestos a mano. Lo que hicimos fue convertir todas las reglas de fabricación y los detalles técnicos en algoritmos que hacen

el trabajo pesado por nosotros. De esta manera, toda esa experiencia acumulada sobre cómo cortar y usar el aluminio o el vidrio ahora está en una herramienta digital. Esto ayuda a que el negocio responda mucho más rápido a los clientes y, sobre todo, a que los cálculos de costos y desperdicio de material sean exactos.

3.1.2 Investigación tecnológica

La investigación tecnológica se define como la actividad que, mediante el conocimiento científico, diseña y crea bienes o servicios que facilitan la adaptación al medio y satisfacen las necesidades de las personas. Según (Infobae, 2024), este tipo de investigación no solo busca entender un fenómeno, sino transformar la realidad mediante el desarrollo de herramientas, procesos o sistemas innovadores que aporten valor a un sector específico.

Este proyecto se centra en el diseño y construcción de una sistema digital para "Quality".
Incluye:

- Creación de una base de datos para organizar materiales.
- Implementación de un motor 3D para previsualización de productos.
- Desarrollo de una interfaz rápida para el usuario.

El objetivo es integrar estas tecnologías para automatizar cálculos y modelos de la empresa.

Este proceso conlleva una fase de experimentación técnica para optimizar el rendimiento del software, garantizando que la transformación de datos técnicos en representaciones visuales y documentos PDF sea precisa, eficiente y adecuada para las estaciones de trabajo del taller.

3.1.3 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva busca detallar las características, propiedades y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se someta a análisis. Según (Bernal, 2016), este tipo de investigación se centra en caracterizar la realidad objeto de estudio para comprender de forma

integral su estructura y comportamiento, proporcionando los datos necesarios para fundamentar soluciones prácticas a problemas específicos.

En el desarrollo de este proyecto, la investigación posee un carácter descriptivo debido a la necesidad de analizar y documentar exhaustivamente el flujo de procesos y costos de la empresa "Quality". Para desarrollar correctamente el sistema, fue imperativo describir detalladamente:

- **El catálogo de insumos:** Identificación de perfiles de aluminio, variantes de vidrio, mallas y la cuantificación precisa de accesorios según cada diseño.
- **La estructura de costos y márgenes:** Análisis de los costos indirectos y los márgenes de utilidad aplicados actualmente de forma empírica por los administradores del taller.
- **Especificaciones técnicas de fabricación:** Documentación de las reglas de ensamblaje y descuentos de material que deben ser traducidos a la lógica del sistema.

Este análisis descriptivo es lo que permite que el software no sea una herramienta genérica, sino un sistema personalizado que refleja la realidad operativa y técnica de cada orden de trabajo procesada por la organización.

3.2 Método de investigación

3.2.1 Desarrollo iterativo de software

El método de desarrollo iterativo consiste en un enfoque de gestión de proyectos donde el sistema evoluciona a través de ciclos repetitivos de diseño, construcción y prueba. De acuerdo con (Asana, 2025), este procedimiento facilita la optimización y perfeccionamiento del producto final apoyándose en las enseñanzas adquiridas de iteraciones previas, minimizando riesgos y garantizando que la solución esté en consonancia con las verdaderas necesidades del usuario.

En este proyecto se adopta este método a través de un enfoque ágil como lo es Scrum para desarrollar el sistema de la empresa "Quality". El desarrollo se organizó en ciclos de trabajo que facilitaron la validación incremental de las funciones clave.

- **Comprobación Lógica:** Creación y verificación del sistema de cálculo de materiales y control de desperdicios mediante algoritmos.
- **Integración Visual:** Inclusión del entorno tridimensional y su coordinación con la información técnica para la correcta integración.
- **Formalización de Salida:** Creación y verificación de los informes contractuales en formato PDF.

Este proceso iterativo asegura que cada parte del software sea probada funcionalmente antes de su integración definitiva, facilitando modificaciones rápidas frente a alteraciones en los requisitos técnicos y garantizando que la herramienta sea fácil de usar para los técnicos de la empresa.

3.2.2 Validación funcional

La validación funcional es el proceso de verificar que un sistema de software cumple con los requisitos y reglas de negocio para los cuales fue diseñado. Según (IBM, 2025), este tipo de pruebas se centra en los resultados del procesamiento, asegurando que las funciones del software operen de acuerdo con las especificaciones técnicas, validando las salidas del sistema frente a las expectativas del usuario final.

En el sistema "Quality", la validación funcional es el pilar que garantiza la fiabilidad del cotizador. Este proceso se ejecuta mediante tres ejes críticos:

- **Precisión Algorítmica:** Se comparan los resultados generados por el motor de cálculo de mermas y costos frente a las proformas realizadas manualmente por los

administradores de la empresa, asegurando un margen de error nulo en las operaciones matemáticas.

- **Precisión del modelo 3D:** Para validar que el modelo 3D refleje correctamente las dimensiones configuradas se ejecutaron pruebas funcionales. Dichas pruebas confirmaron la correcta representación de los perfiles de aluminio y el posicionamiento adecuado del vidrio conforme a las dimensiones configuradas.
- **Reportes PDF:** Se garantizó que los datos generados en los reportes PDF correspondan a los configurados en el sistema.

Todo este proceso de validación sirve para demostrar que el sistema es una herramienta en la que se puede confiar para manejar los pedidos y aprovechar mejor el material en el taller.

3.2.3 Revisión bibliográfica

La revisión bibliográfica consiste en la búsqueda, análisis y selección de información existente sobre un tema específico para fundamentar un trabajo de investigación. De acuerdo con (Lozada, 2023), este proceso permite establecer un marco de referencia basado en conocimientos previos, asegurando que la propuesta sea coherente con los avances actuales de la ciencia y la tecnología.

Para el desarrollo del sistema "Quality", se ha realizado una revisión bibliográfica exhaustiva que fundamenta la arquitectura del software. Este proceso incluyó el estudio de tres ejes principales:

- **Arquitectura de Software:** Análisis de la documentación de Laravel y patrones de diseño de componentes reactivos (Volt) para garantizar la escalabilidad y mantenibilidad del backend.

- **Proyección Gráfica:** Revisión de motores gráficos basados en WebGL y de la librería Three.js, orientada al modelado 3D.
- **Gestión y Seguridad:** Estudio de protocolos de autenticación enfocados en la protección de identidades, junto con el análisis de artículos técnicos vinculados a la optimización de costos en entornos de manufactura.

Esta investigación documental garantiza que la herramienta no solo sea funcional, sino que esté alineada con los estándares modernos de desarrollo web y las mejores prácticas.

3.3 Fuentes de información

3.3.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias para este proyecto fueron recopiladas mediante la observación directa de los procesos de fabricación y gestión comercial en la empresa "Quality". La información obtenida se enfocó en el área de aluminio y vidrio, con el propósito de examinar las metodologías actuales que se usan para el cálculo de costos, despiece de materiales y producción.

Para asegurar la determinación del software, se contó con la experiencia del personal principal de la empresa, quienes aportaron con su conocimiento especializado en los procesos del dominio:

- **Javier Patricio Campoverde Zambrano:** Responsable de la gestión integral de proyectos y logística de materiales. Su experiencia en el uso de herramientas de cálculo digital para el despiece y dimensiones de corte proporcionó la base técnica para la estructura de datos y los algoritmos de automatización del software.
- **Ángel Byron Flores Zambrano:** Experto técnico con muchísimos años en el mundo del aluminio y el vidrio. Su forma de trabajar, basada en años de experiencia haciendo presupuestos a mano y conociendo los precios del mercado, fue la base

para armar la lógica del negocio y asegurar que los cálculos del sistema sean correctos.

Al observar cómo trabajan, me di cuenta de que era urgente centralizar todo. Mientras en una parte se usan herramientas digitales muy sencillas, en otra todo depende de lo que alguien sabe de memoria. El sistema que desarrollé une esos dos mundos en una sola plataforma web, lo que ayuda a evitar errores humanos y hace que todo el proceso sea más rápido.

Después de ver cómo se mueve el taller y analizar cómo usan las hojas de cálculo o los papeles, pude sacar la lógica para el método de costos por orden de trabajo. En esta etapa identifiqué qué materiales se usan exactamente (desde el aluminio y el vidrio hasta las mallas y accesorios) y cómo el negocio les pone precio. Toda esa experiencia del día a día se pasó a un algoritmo que garantiza que cada pedido se gestione de forma independiente y con costos apegados a la realidad.

3.3.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias son aquellas que interpretan, analizan o resumen información proveniente de fuentes primarias. Según (Morales, 2021), estas fuentes facilitan el acceso a conocimientos ya existentes y permiten fundamentar la investigación mediante teorías, estudios previos y literatura técnica especializada que sirve como base para el desarrollo de nuevas soluciones.

En el presente proyecto, las fuentes secundarias han sido fundamentales para establecer la arquitectura del software y el motor de cálculo. Se consultaron las siguientes categorías de información:

- **Literatura técnica y científica:** Con relación a la ingeniería de software, procesos industriales y costeo por órdenes de trabajo, se revisaron artículos y libros que

hablaran de ello, para poder seguir buenas prácticas a la hora del diseño del algoritmo orientado a la reducción de desperdicio en los materiales.

- **Documentación técnica oficial:** Se consultaron de sitios oficiales de Laravel, Livewire y Volt la documentación necesaria para el desarrollo del backend y la base de datos en PostgreSQL, además de, documentación de Three.js para los modelos 3D de los productos.
- **Recursos digitales específicos:** Se tomaron como guía repositorios y comunidades de desarrollo en línea, las cuales proporcionaron buenas prácticas y lineamientos actuales en aspectos como la seguridad de aplicaciones web mediante OAuth, además de, optimización del rendimiento a través de la reducción de recursos con Vite y el desarrollo de aplicaciones web con altos estándares.

Esta base documental garantiza que el sistema "Quality" no solo responda a una necesidad empírica, sino que esté cimentado sobre estándares tecnológicos internacionales y actuales.

Capítulo 4

4. Marco Propositivo

4.1 Descripción de la propuesta

La presente propuesta técnica se fundamenta en el diseño y desarrollo de un sistema web avanzado orientado a la automatización de presupuestos mediante la aplicación del método de costeo por orden de trabajo para la empresa "Quality". El proyecto surge como una solución tecnológica frente a los métodos convencionales de proformado manual y cálculos empíricos, integrando herramientas digitales para la gestión eficiente de recursos y la precisión financiera en la fabricación de ventanas, portones y mallas antimosquitos.

El corazón de esta propuesta esta fundamentalmente enfocada en tres ejes tecnológicos fundamentales: un modelo de renderizado tridimensional que está basado en la librería Three.js (WebGL) que ayuda con la configuración visual del producto, además de, una lógica de backend robusta que se encarga de procesar el algoritmo de optimización de mermas, y una arquitectura de datos relacional que nutre el sistema de costeo. A través de dicha migración, cada pedido puede ser tratado como una unidad de costo independiente, en donde se asignan de manera lógica y precisa tanto los materiales como los costos directos que están desglosadas en mano de obra, factor de merma o material de desperdicio y los costos indirectos, así como también el margen de utilidad o ganancia, garantizando que el precio final muestre con mayor precisión la realidad operativa de la organización.

Desde del ámbito de la ingeniería de software, la solución formaliza el conocimiento técnico de los especialistas en un sistema digital estructurado. Al automatizar el cálculo de despieces y la valoración económica detallada por orden de trabajo, se reduce el error humano a la hora de hacer la fijación de precios, ya que, estandariza los procesos de cotización y se optimizan

los tiempos de respuesta, incrementando la competitividad de la empresa en el sector de la construcción de aluminio y vidrio.

4.2 Alcance del proyecto

El alcance del presente proyecto se define como el análisis, diseño y desarrollo de una solución tecnológica basada en entorno web para la gestión y automatización de presupuestos en la empresa "Quality". La propuesta se fundamenta técnicamente en la aplicación del método de costeo por orden de trabajo, permitiendo que cada proforma sea tratada como una unidad de costo independiente, donde se asignan recursos y valores específicos de acuerdo con los requerimientos personalizados de ventanas, portones y mallas antimosquitos.

El alcance se detalla a través de los siguientes componentes estratégicos:

- **Configuración Paramétrica y Visualización Tridimensional:** El sistema permite la captura de variables dimensionales (alto y ancho) y especificaciones técnicas (color de aluminio y vidrio). Utilizando la librería Three.js, el software genera un modelo 3D interactivo para los productos mencionados. Esta funcionalidad actúa como la fase de diseño técnico, permitiendo la validación visual de la estructura antes del procesamiento de costos.
- **Motor de Costeo por Orden de trabajo:** Conformado por el núcleo lógico del sistema. Dicho motor separa de manera automatizada los costos directos, al calcular la cantidad exacta de perfiles y metros cuadrados de vidrio o malla. Además, el sistema conlleva una lógica en el cálculo de mermas, mano de obra, costos indirectos y el margen de utilidad, prometiendo que cada orden refleje la rentabilidad real de la organización.

- **Gestión de Inventario y Valoración de Insumos:** El alcance está conformado por un módulo de administración, en donde, los usuarios administradores o propietarios puede actualizar los costos unitarios y los porcentajes de cálculo. Estos valores alimentan el algoritmo de costeo, garantizando que cada presupuesto refleje los precios vigentes del mercado y la disponibilidad real del stock.
- **Generación de Documentación Técnica y Comercial (PDF):** El sistema automatiza la salida de información mediante la exportación de documentos diferenciados para garantizar el control administrativo:
 - Proforma para Cliente: Documento de carácter comercial que detalla la descripción del producto, dimensiones y el precio final de venta (incluyendo IVA).
 - Hoja de Costos Administrativa: Presentación completa de los productos relacionados a la proforma, que incluye todos los detalles del método de costeo por orden de trabajo, como, materiales, mano de obra, factor de merma, costos indirectos y el incremento de utilidad.
- **Trazabilidad y Persistencia de datos:** Se utiliza una arquitectura de base de datos relacional, que sirve para el almacenamiento ordenado de cada orden de trabajo. Lo que permite tener un historial detallado con los diseños y costos del producto, y la visualización de ordenes históricas.

4.3 Delimitaciones o Límites del Proyecto

Para garantizar la viabilidad técnica y el enfoque de la investigación, se establecen las siguientes delimitaciones que definen las fronteras operativas del sistema "Quality":

- El software está diseñado y optimizado exclusivamente para entornos de escritorio (PCs y Laptops). Debido a la complejidad del renderizado tridimensional con Three.js y la alta densidad de datos técnicos en las tablas de costos, el sistema prioriza el rendimiento y la precisión visual en estaciones de trabajo fijas, por lo que no cuenta con un diseño responsive para dispositivos móviles o tabletas.
- El alcance del sistema se limita exclusivamente para la configuración y el cálculo de costos de ventanas, portones o puertas corredizas y mallas antimosquitos, ya que son los productos principales de la empresa. No se introducen otros materiales o elementos arquitectónicos diferentes a los de aluminio y vidrio, esto con el fin de priorizar la precisión de los algoritmos de despiece específicos de los insumos.
- La visualización 3D del configurador está basada en modelos de geometrías estándar preestablecidas por el sistema. El sistema no funciona como una herramienta de dibujo arquitectónico libre, por lo cual no permite la creación de formas irregulares, estructuras curvas o diseños personalizados que se salgan de los parámetros técnicos de fabricación industrial del taller.
- El sistema opera como una herramienta de gestión interna y formalización de presupuestos, por lo que no incluye funciones de comercio electrónico (E-commerce). La propuesta no contempla la integración de pasarelas de pago, procesamiento de transacciones bancarias, ni la emisión de facturación electrónica.

legal, ya que estos procesos corresponden a la gestión administrativa y contable externa de la organización.

- La gestión del inventario se limita a la configuración manual de los precios unitarios de cada material por parte de los usuarios con rol de administrador y propietario, lo que resguarda la validez de las proformas. Este módulo no cuenta con sistema de logística de almacén, ni con una base de datos para proveedores, debido a que el alcance del proyecto se centra en el control y cálculo de insumos necesarios para la generación de ordenes de trabajo.
- Las operaciones vinculadas a la configuración de costos indirectos, márgenes de utilidad, factores de merma y mano de obra están habilitadas exclusivamente para usuarios con roles de Administrador y Propietario. Los usuarios tipo cliente no disponen de acceso a funcionalidades administrativas, con el fin de mantener la integridad de los datos.
- El sistema gestiona el ciclo de vida integral de la orden, abarcando la cotización, la validación financiera y el monitoreo del flujo de manufactura (estados de producción y finalización). La frontera operativa concluye con el producto terminado en taller, excluyendo deliberadamente la logística de despacho, cronogramas de instalación en sitio y servicios de postventa.
- Al ser una aplicación que utiliza tecnologías web modernas, el sistema requiere de una conexión a internet y el uso de navegadores con soporte para WebGL. No se garantiza la compatibilidad con navegadores que no soporten aceleración gráfica por hardware.

4.4 Requerimientos Funcionales

Los requerimientos funcionales definen las acciones específicas y los servicios que el sistema debe ejecutar para satisfacer las necesidades operativas de la empresa "Quality", asegurando la correcta transición entre el diseño visual y el cálculo de costos.

4.4.1 Módulo de Configuración y Visualización 3D

- **RF01 - Selección de producto:** El sistema debe permitir al usuario seleccionar entre los tres tipos de estructuras base: ventanas, portones o mallas antimosquitos.
- **RF02 - Parametrización dimensional:** El sistema debe permitir el ingreso de dimensiones expresada en metros, con opción de tres decimales.
- **RF03 - Selección de materiales y acabados:** El software debe permitir la selección de colores para el aluminio y vidrio, adaptando visualmente el modelo en tiempo real.
- **RF04 - Renderizado del modelo 3D interactivo:** El modelo 3D debe representarse mediante la tecnología WebGL (Three.js), permitiendo al usuario rotar y escalar la estructura.

4.4.2 Módulo de Lógica de Costeo y Algoritmos

- **RF05 - Cálculo de despiece automatizado:** El sistema debe procesar las dimensiones ingresadas para determinar la longitud total de perfiles y el área de vidrio necesaria, aplicando los cortes específicos de cada modelo.
- **RF06 - Aplicación de costos directos:** El algoritmo debe sumar al costo total de los materiales, los porcentajes correspondientes a la mano de obra y el factor de merma configurados.

- **RF07 - Integración de costos indirectos:** El sistema debe agregar el porcentaje destinado a costos indirectos sobre el precio total de los materiales.
- **RF08 - Cálculo del margen de utilidad:** El software debe determinar el margen de utilidad en base la suma de todos los costos.
- **RF09 - Liquidación fiscal (IVA):** El Valor Agregado (IVA) debe integrarse al precio total de la proforma después del margen de utilidad.

4.4.3 Módulo Administrativo y de Reportes

- **RF10 - Gestión de catálogo e insumos:** Desde la parte administrativa se debe poder actualizar los precios unitarios de los materiales en la base de datos para garantizar la vigencia de los presupuestos.
- **RF11 - Configuración de variables de negocio:** Desde la parte administrativa se debe poder modificar los 4 porcentajes base (Mano de Obra, Merma, Indirectos y Utilidad) según los requerimientos financieros actuales.
- **RF12 - Control de estados y trazabilidad:** El sistema debe facilitar la administración del ciclo de vida de cada orden mediante sus estados: Pendiente, Aprobada, Pagada, En producción, Completada y Cancelada.
- **RF13 - Generación de Proforma para Cliente:** El sistema debe generar un archivo PDF que incluya la descripción comercial, las dimensiones y el precio total de venta.
- **RF14 - Generación de Hoja de Costos Interna:** El sistema tiene que generar un reporte detallado para el administrador que desglosé el costo verdadero de los materiales, los gastos operativos y la ganancia neta anticipada.

4.4.4 Módulo de Seguridad y Persistencia

- **RF15 - Control de acceso:** El sistema debe restringir el acceso a los módulos de configuración de costos y gestión de inventario mediante un proceso de autenticación seguro basado en roles (Administrador y Propietario).
- **RF16 - Persistencia de órdenes de trabajo:** El software debe almacenar cada presupuesto generado en una base de datos relacional, permitiendo la búsqueda, consulta histórica y recuperación de datos de cada pedido.

4.5 Requerimientos No Funcionales

Los requerimientos no funcionales especifican los criterios de operación, rendimiento y seguridad que garantizan la calidad y eficiencia del sistema "Quality" en su entorno de producción.

4.5.1 Rendimiento y Eficiencia

- **RNF01 - Tiempo de respuesta:** El sistema debe procesar el cálculo de costos y la actualización del modelo 3D en un tiempo máximo de 3 segundos tras la entrada de datos, garantizando una experiencia de usuario fluida.
- **RNF02 - Carga de recursos:** El motor de renderizado basado en WebGL debe estar optimizado para cargar los componentes gráficos de forma asíncrona, evitando el bloqueo del navegador durante la inicialización de la aplicación.
- **RNF03 - Consumo de recursos:** El software debe funcionar de manera eficiente en estaciones de trabajo estándar del taller, manteniendo un consumo de memoria RAM moderado para no interferir con otras tareas administrativas.

4.5.2 Seguridad y Privacidad

- **RNF04 - Protección de datos:** El sistema debe utilizar el protocolo HTTPS para cifrar la comunicación entre el cliente y el servidor, protegiendo la información sensible de costos y márgenes de utilidad.
- **RNF05 - Integridad de la sesión:** El software debe contar con mecanismos de seguridad para el manejo de sesiones y protección contra ataques comunes como Cross-Site Request Forgery (CSRF) y SQL Injection.
- **RNF06 - Persistencia e integridad de datos:** El sistema debe garantizar que toda orden de trabajo se almacene de forma íntegra en la base de datos, asegurando la consistencia de la información.

4.5.3 Usabilidad y Disponibilidad

- **RNF07 - Facilidad de uso:** La interfaz de usuario debe ser intuitiva y de aprendizaje rápido.
- **RNF08 - Compatibilidad:** Compatibilidad: El sistema debe ser compatible con las versiones actuales de navegadores modernos que cuenten con soporte nativo para la aceleración por hardware.

4.5.4 Mantenibilidad

- **RNF09 - Escalabilidad del código:** La arquitectura del software debe seguir el patrón de diseño de componentes (Livewire/Volt), facilitando la futura integración de nuevos modelos de productos o materiales sin comprometer la estabilidad del núcleo del sistema.

4.6 Diseño de la Solución o Arquitectura Propuesta

4.6.1 Visión general de la arquitectura

La solución propuesta se basa en una arquitectura de software unificada bajo el framework Laravel 12, diseñada para centralizar la lógica de costeo, la visualización tridimensional y la gestión administrativa en una sola plataforma robusta. Esta estructura incorpora un motor de renderizado gráfico de manera directa en el navegador, facilitando una interacción fluida entre los datos suministrados y la representación visual del producto.

La gestión de la comunicación interna del sistema se realiza a través de componentes reactivos que facilitan el procesamiento dinámico de los cálculos de los 4 porcentajes (Mano de Obra, Merma, Indirectos y Utilidad), mejorando así la experiencia del usuario y la exactitud del presupuesto.

Arquitectura del Sistema "Quality"

Tecnologías utilizadas:

- **Framework:** Laravel 12 (Backend y Lógica de negocio).
- **Interactividad:** Livewire / Volt (Componentes reactivos para sincronización de datos).
- **Motor 3D:** Three.js (Renderizado de modelos paramétricos basado en WebGL).
- **Estilos:** Tailwind CSS (Interfaz de usuario moderna y optimizada).
- **Base de Datos:** PostgreSQL (Almacenamiento relacional de órdenes e insumos).
- **Generación de Documentos:** dompdf (Librería para la exportación de proformas y hojas de costos en formato PDF).

Componentes principales:

- **Módulo de Autenticación:** Control de acceso restringido para los roles de Administrador y Propietario.
- **Configurador de Dimensiones:** Interfaz del modelo 3D que permite la personalización de dimensiones mediante metros.
- **Motor de Calculo:** Componente responsable de procesar el despiece técnico y determinar el precio del producto mediante la aplicación los costos definidos.
- **Visor Interactivo 3D:** Modulo gráfico interactivo que permite la visualización y validación del producto configurado.
- **Gestor de Persistencia:** Este componente es el encargado del almacenamiento de proformas y el estado de órdenes, para su posterior asesoramiento.

4.6.2 Flujo de comunicación y procesamiento de datos

El funcionamiento del sistema "Quality" se basa en un flujo de datos bidireccional y reactivo. A diferencia de las aplicaciones web convencionales, el procesamiento no ocurre de forma lineal, sino que se distribuye entre el cliente (navegador) y el servidor (Laravel) para garantizar una respuesta inmediata.

Este flujo se divide en tres etapas principales:

- **Captura y Sincronización (Frontend):** Cuando el usuario ingresa las dimensiones en metros o selecciona un material, los componentes de Livewire/Volt detectan el cambio en el DOM (Document Object Model) y envían una solicitud asíncrona al servidor. Posteriormente el motor Three.js toma las configuraciones y recalcula las medidas del modelo de manera automática.

- **Lógica Financiera en el Procesamiento (Backend):** Una vez los datos son enviados y receptados por el servidor, se ejecuta el modelo de cálculo financiero, consultando la información de los costos almacenados en la base de datos y aplicándolos de forma estructurada, con el fin de determinar el costo total de la proforma.
- **Respuesta y Persistencia:** El servidor retorna los cálculos financieros para su visualización inmediata en la interfaz. Al guardar el diseño, el sistema registra los datos generando la Proforma Comercial. Una vez confirmada la intención de venta, el sistema transforma esta proforma en una Orden de Trabajo, instanciándola en la base de datos con el estado inicial 'Pendiente' para comenzar su gestión.

4.6.3 Integración del motor de renderizado 3D (Three.js)

La integración de Three.js dentro del ecosistema de Laravel constituye el núcleo de la interfaz de usuario, permitiendo que el sistema pase de ser una simple calculadora de costos a un configurador visual paramétrico. Esta integración se realiza mediante el estándar WebGL, lo que permite aprovechar la aceleración gráfica por hardware del dispositivo del usuario.

El funcionamiento técnico de este componente se basa en los siguientes principios:

- **Geometrías Paramétricas:** El sistema no carga archivos de modelos 3D estáticos (como .obj o. fbx), sino que construye la geometría dinámicamente. Al recibir los parámetros de ancho y alto desde los componentes de Livewire, el motor recalcula las dimensiones de las mallas (meshes) que representan los perfiles de aluminio y las hojas de vidrio.
- **Reconocimiento de Materiales y Texturas:** Las configuraciones realizadas por el usuario son aplicadas de forma automática al modelo 3D, gracias al uso de los

principios físicos (PBR) para el renderizado, los materiales se representan de manera consistente con las características del producto. Esta técnica facilita la visualización de propiedades como la reflectividad y transparencia, además incorpora iluminación ambiental mediante imágenes HDRI.

- **Sistema de Visualización e Interacción:** El modelo 3D cuenta con una cámara que permite cambiar su perspectiva al rotar, acercar y alejar la cámara. Cuando el producto se renderiza por primera vez la cámara se posiciona frente al producto, para mostrar correctamente sus dimensiones y características.

4.6.4 Flujo de procesamiento de costos y lógica financiera

El núcleo del sistema "Quality" reside en su capacidad para transformar parámetros físicos en una estructura de costos precisa mediante un algoritmo de cascada. Este proceso asegura que el precio final no sea una estimación empírica, sino el resultado de una liquidación técnica controlada por cuatro factores fundamentales calculados de la siguiente manera:

1. **Cálculo del Costo de Materiales (Base A):** El sistema determina la cantidad exacta de perfiles de aluminio y metros cuadrados de vidrio/malla necesarios según el despiece técnico.
2. **Aplicación de Costos Operativos Directos e Indirectos:** Sobre la Base A (Costo de Materiales), el sistema calcula y suma de forma individual los siguientes tres porcentajes:
 - **Factor de Merma:** Porcentaje para cubrir el desperdicio de material.
 - **Mano de Obra:** Porcentaje por el trabajo técnico de fabricación.
 - **Costos Indirectos:** Porcentaje para gastos operativos (luz, arriendo, transporte).

3. **Costo Total de Producción (Base B):** Se obtiene sumando el Costo de Materiales más los valores resultantes de la merma, mano de obra e indirectos.
4. **Margen de Utilidad:** El sistema aplica el porcentaje de ganancia neta tomando como base el Costo Total de Producción (Base B). Esto garantiza que la rentabilidad se calcule sobre la inversión total real del taller.
5. **Liquidación de Impuestos (IVA):** Finalmente, al precio de venta neto obtenido, se le añade el Impuesto al Valor Agregado (IVA) para generar el valor total final de la proforma para el cliente.

4.7 Etapas de Acción para el Desarrollo de la Aplicación

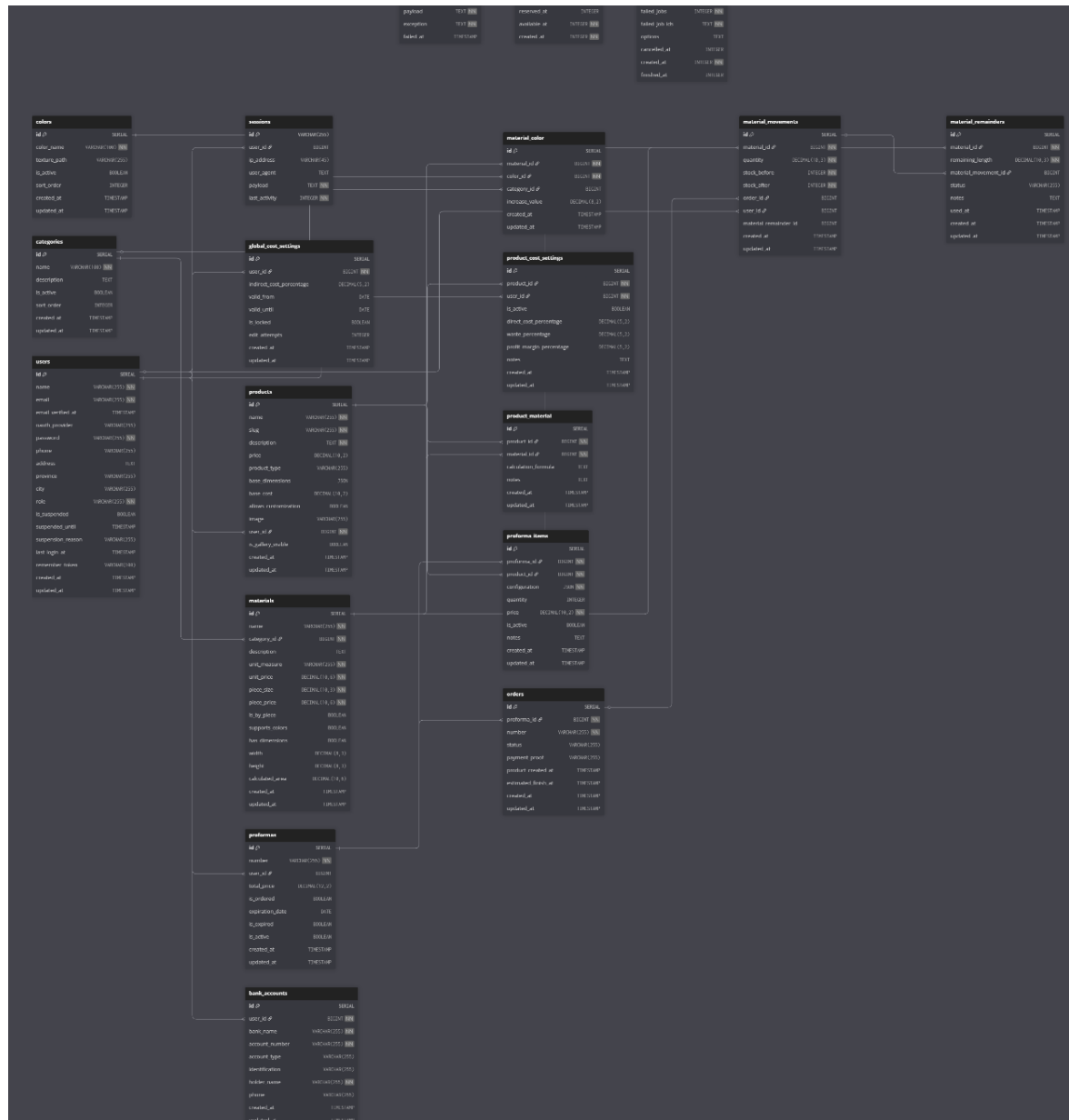
4.7.1 Diseño de base de datos

- **Tabla bank_accounts:** Almacena la información de las cuentas bancarias habilitadas para recibir pagos de los clientes.
- **Tabla cache:** Esta tabla viene por defecto en Laravel para almacenar datos en caché y mejorar el rendimiento de la aplicación al reducir consultas repetitivas.
- **Tabla cache_locks:** Tabla que viene por defecto de Laravel para gestionar bloqueos atómicos, evitando que procesos simultáneos entren en conflicto.
- **Tabla categories:** Esta tabla se encarga almacenar las categorías para productos y materiales, permitiendo su clasificación en categorías y subcategorías.
- **Tabla colors:** Tabla que almacena los colores disponibles para los materiales usados en los productos.
- **Tabla failed_jobs:** Tabla incluida por defecto en Laravel que almacena las tareas que no se ejecutaron correctamente.

- **Tabla global_cost_settings:** Tabla que almacena costos indirectos utilizados en el cálculo de los productos.
- **Tabla job_batches:** Esta tabla se incluye por defecto en Laravel para administrar y supervisar conjuntos de trabajos en cola como una única unidad.
- **Tabla jobs:** Esta tabla se incluye por defecto en Laravel para gestionar la cola de trabajos que están pendientes de procesamiento asíncrono.
- **Tabla material_color:** Tabla pivote destinada a la asignación de colores disponibles hacia los materiales, almacena el incremento del precio por cada color.
- **Tabla material_movemets:** Tabla que se encarga de registrar el movimiento de los materiales.
- **Tabla material_remainders:** Esta tabla es la encargada de registrar los sobrantes de materiales, para una posible reutilización.
- **Tabla materials:** Tabla que almacena la información de los materiales utilizados en cada producto.
- **Tabla migrations:** Esta tabla viene incluida por defecto en Laravel que se utiliza para llevar el registro de las migraciones aplicadas a la base de datos.
- **Tabla orders:** Tabla destinada al registro de ordenes de trabajo confirmadas por los clientes, además del almacenamiento del comprobante de pago.
- **Tabla product_cost_settings:** Esta tabla se encarga de almacenar la configuración de los costos asociados a cada producto, permitiendo definir porcentajes aplicables al cálculo de los productos.
- **Tabla product_material:** Tabla pivote destinada a definir los materiales asociados a cada producto y que almacena las fórmulas para el cálculo de dichos productos.

- **Tabla products:** Tabla que se encarga almacenar los productos disponibles, permitiendo su clasificación, descripción y definición como productos de galería o personalizables.
- **Tabla proforma_items:** Esta tabla almacena los items o configuraciones individuales de cada proforma, tanto los materiales como los costos usados.
- **Tabla proformas:** Cabecera de las cotizaciones emitidas, vinculando al cliente, total calculado, fecha de expiración y estado.
- **Tabla sessions:** Esta tabla viene por defecto en Laravel para almacenar la información de las sesiones activas de los usuarios (cuando se usa el driver de base de datos).
- **Tabla users:** Esta tabla viene por defecto en Laravel (aunque personalizada para el sistema) para gestionar la autenticación, roles y datos de perfil de los usuarios.

Figura 6
Diseño de base de datos



Nota. Elaboración propia.

4.7.2 Diseño y desarrollo de la aplicación web "Quality"

Para el diseño y desarrollo de la aplicación web se utilizó el framework Laravel 12, aprovechando su arquitectura moderna y su ecosistema de componentes reactivos. Esta elección permitió centralizar la lógica compleja de despiece y los algoritmos financieros en un entorno seguro, facilitando además el mantenimiento futuro del código gracias a su estructura organizada.

En el desarrollo se emplearon las siguientes tecnologías:

- **Backend:** Laravel 12, utilizando Eloquent ORM para una gestión avanzada de la base de datos y controladores personalizados para procesar la lógica de los 4 porcentajes. Se configuraron middlewares de seguridad para restringir el acceso según el rol del usuario (administrador o propietario).
- **Base de datos:** PostgreSQL, gestionada a través de las migraciones de Laravel analizadas en el punto anterior. Se eligió este motor por su robustez en el manejo de transacciones financieras y tipos de datos complejos.
- **Estructura del sistema:** Se aplicó el patrón MVC (Modelo–Vista–Controlador), complementado con la arquitectura de Componentes Livewire/Volt, lo que permite una comunicación asíncrona entre el servidor y la interfaz sin recargas de página.
- **Frontend:** Motor de plantillas Blade, potenciado con Tailwind CSS para un diseño responsivo y moderno. La interactividad avanzada se logró mediante JavaScript y la librería Three.js para el renderizado de modelos 3D en tiempo real.
- **Autenticación:** Se implementó un sistema de seguridad robusto basado en las herramientas nativas de Laravel. Se configuró la gestión de sesiones en base de datos para controlar accesos simultáneos y permitir la suspensión de cuentas en caso de detectar anomalías.

- **Gestión de versiones:** Se empleó Git para la gestión de versiones del proyecto, garantizando la trazabilidad de las modificaciones en el código y la integridad de las migraciones de la base de datos.

A lo largo del desarrollo, se resaltó la elaboración de una interfaz intuitiva que facilite al operario del taller convertir medidas técnicas en proformas comerciales de manera instantánea. Se implementaron fundamentos de diseño UX/UI para garantizar que el visor 3D y el panel de costos puedan coexistir en una misma vista operativa, mejorando el tiempo de respuesta del sistema.

4.7.3 Interfaz de autenticación y control de acceso

La seguridad del sistema "Quality" se gestiona mediante un módulo de autenticación centralizado que protege la integridad de los datos financieros y técnicos. La interfaz permite el ingreso tanto por credenciales tradicionales como mediante el proveedor externo Google a través del protocolo OAuth.

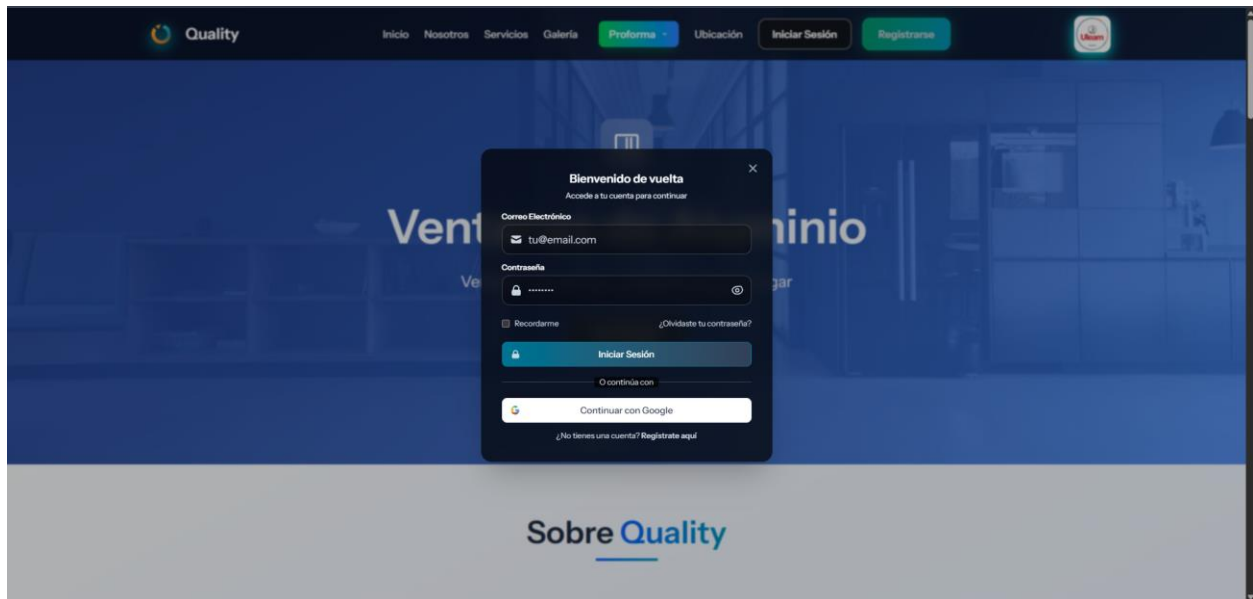
El sistema establece una jerarquía de control donde tanto el Administrador como el Propietario tienen acceso al panel principal de métricas, pero manteniendo atribuciones exclusivas según su perfil:

Características funcionales del módulo:

- **Acceso Multicanal y Recuperación:** Interfaz de inicio de sesión segura con opción de persistencia ("Recordarme") y flujo de recuperación de credenciales.
- **Registro Parametrizado:** Los nuevos usuarios ingresan sus datos de contacto y ubicación, quedando inicialmente en el rol de "cliente" hasta ser gestionados por un nivel superior.

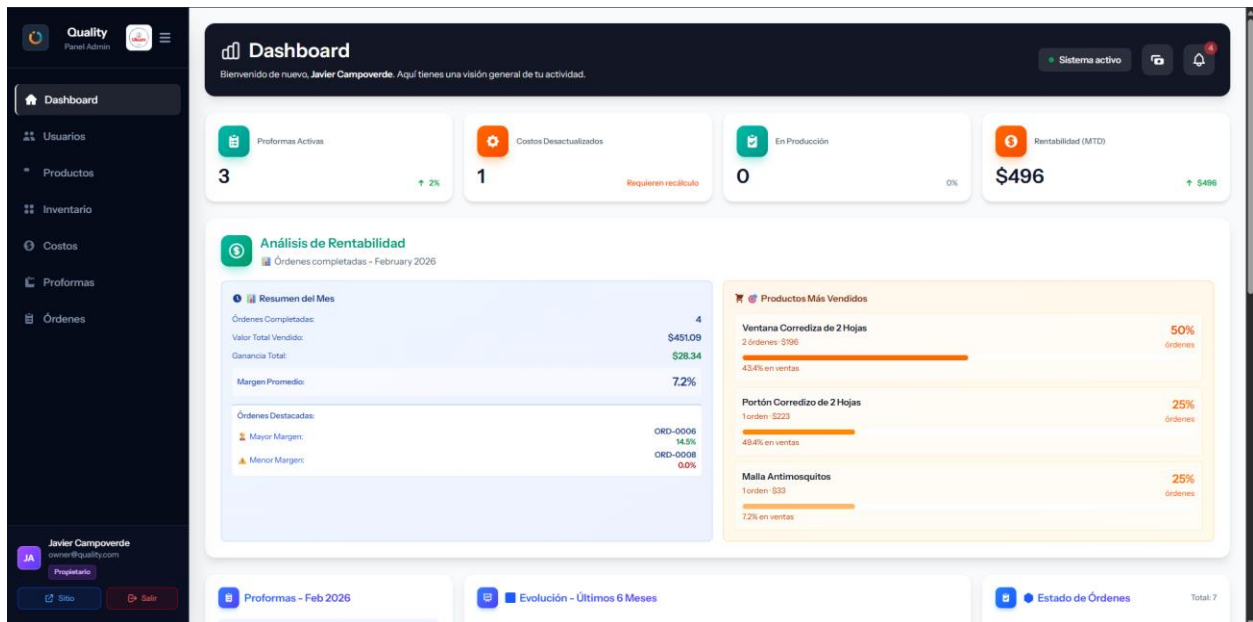
- **Dashboard Administrativo:** Módulo accesible tanto para el Administrador como para el Propietario a través del menú lateral. Permite la visualización de métricas generales, estados de las órdenes y la salud operativa del negocio.
- **Privilegios de Administración (Admin):** El administrador tiene la facultad exclusiva de gestionar la estructura de cuentas. Es el único autorizado para realizar el cambio de roles de los usuarios y para dar de alta a nuevos usuarios con el perfil de "Propietario".
- **Privilegios de Propiedad (Propietario):** El propietario mantiene el control financiero exclusivo del sistema. Únicamente este rol tiene acceso a la configuración y gestión de las cuentas bancarias vinculadas para la recepción de pagos de los clientes.
- **Políticas de Suspensión y Seguridad:** Capacidad administrativa para suspender cuentas por motivos justificados, bloqueando el acceso de forma inmediata y registrando la actividad para fines de auditoría.

Figura 7
Interfaz de inicio de sesión con autenticación multicanal y Google OAuth



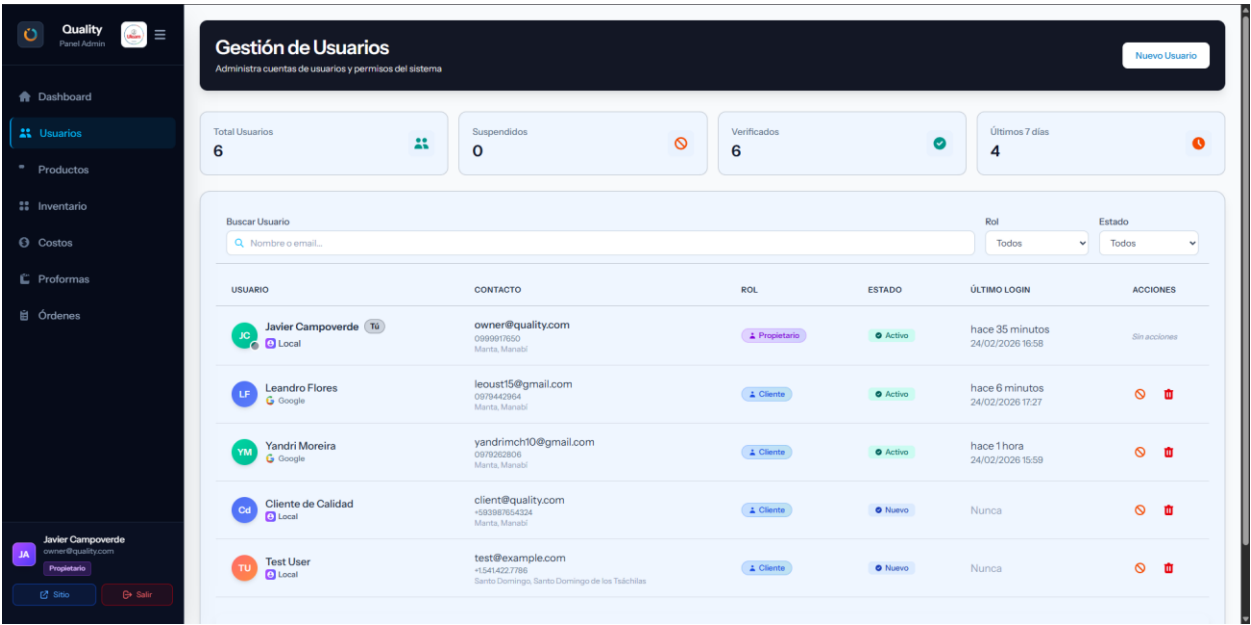
Nota. Elaboración propia.

Figura 8
Panel de control (Dashboard) administrativo con métricas de rentabilidad, análisis de ventas y estados de órdenes en tiempo real



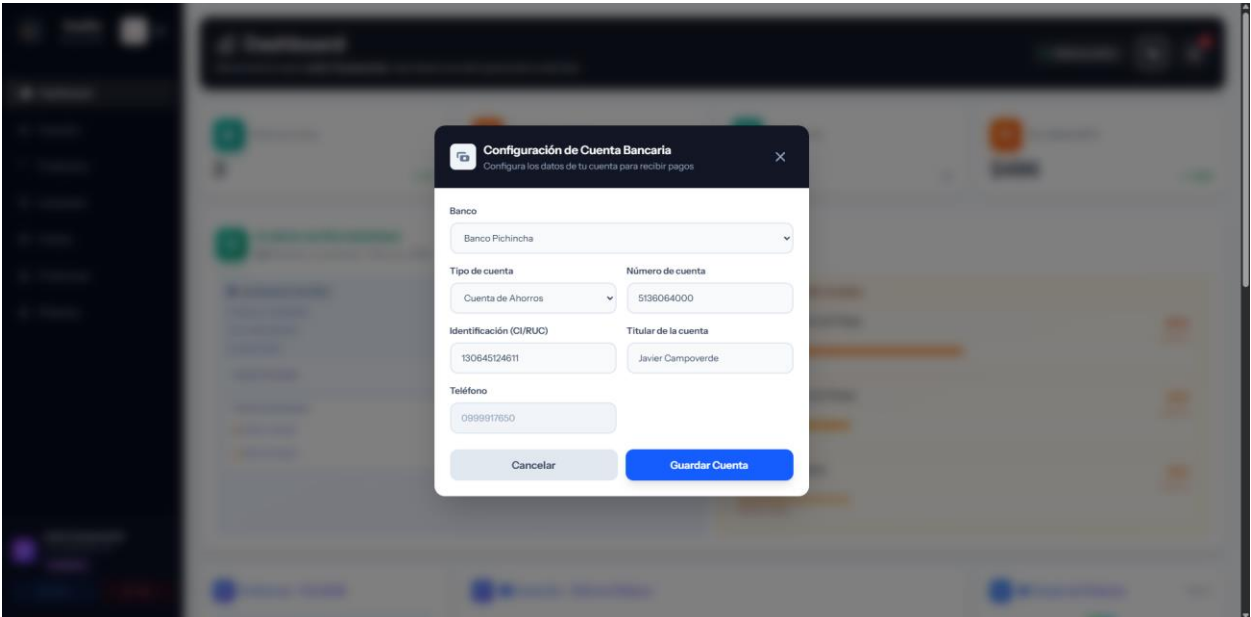
Nota. Elaboración propia.

Figura 9
Interfaz administrativa para la visualización, control y gestión de usuarios



Nota. Elaboración propia.

Figura 10
Módulo de configuración de parámetros financieros y cuentas bancarias para la gestión de cobros



Nota. Elaboración propia.

4.7.4 Interfaz del Configurador Paramétrico 3D

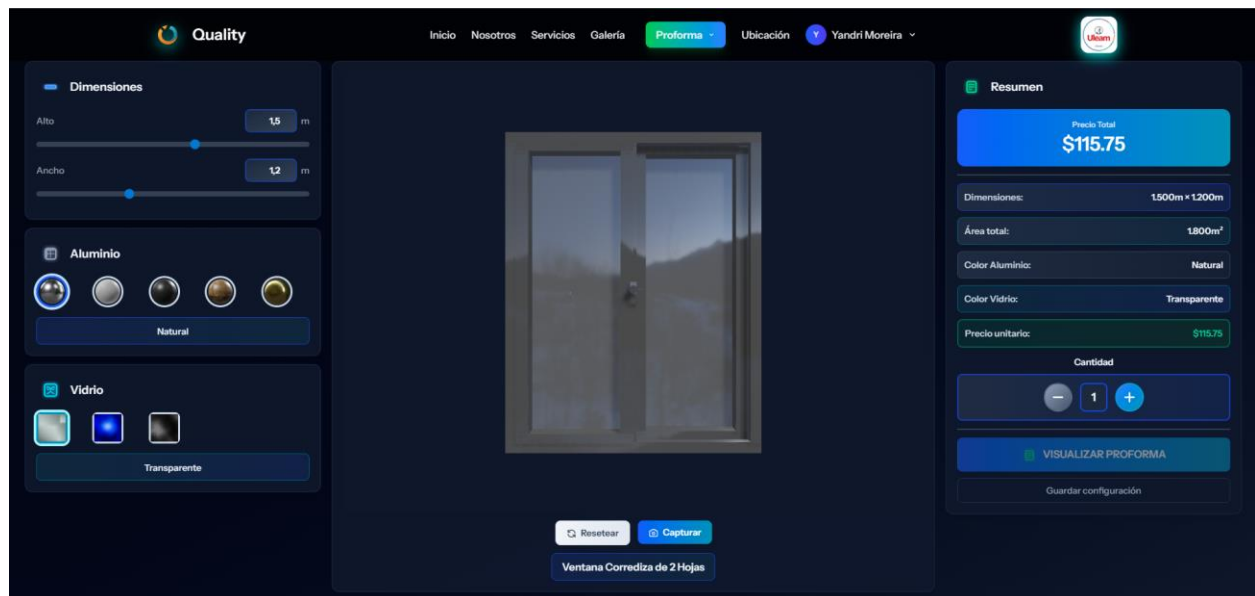
Este módulo constituye el núcleo de innovación del sistema, permitiendo la convergencia entre el diseño técnico y la proyección financiera inmediata. La interfaz ha sido diseñada bajo un modelo de entrada paramétrica, donde el usuario define las variables físicas estrictamente necesarias para la fabricación y el sistema responde con una representación visual y un presupuesto en tiempo real.

Funcionalidades del configurador:

- **Ajuste Dimensional:** El usuario ingresa el ancho y el alto de la estructura. Estos parámetros alimentan instantáneamente al motor de despiece para calcular la cantidad de perfiles y metros cuadrados de vidrio, actualizando al mismo tiempo la escala del modelo 3D.
- **Personalización de Materiales (Acabados):** El sistema permite seleccionar el color del aluminio y el color del vidrio desde menús predefinidos. Dando como resultado la actualización en tiempo real del modelo 3D a través de texturas dinámicas, permitiendo al cliente visualizar la estética final del producto.
- **Visor Grafico Reactivo (Three.js):** Implementación de una canvas 3D que permite al usuario girar y examinar la estructura desde cualquier perspectiva. El modelo se ajusta de manera automática a los cambios de colores y dimensiones elegidos sin necesidad de recargar la página.
- **Sincronización de Cálculos Financieros:** Mediante el uso de Livewire, los cambios en dimensiones y atributos del producto son procesados en el servidor. Posteriormente el sistema recalcula el presupuesto considerando los porcentajes definidos y actualiza el precio de venta mostrado.

Figura 11

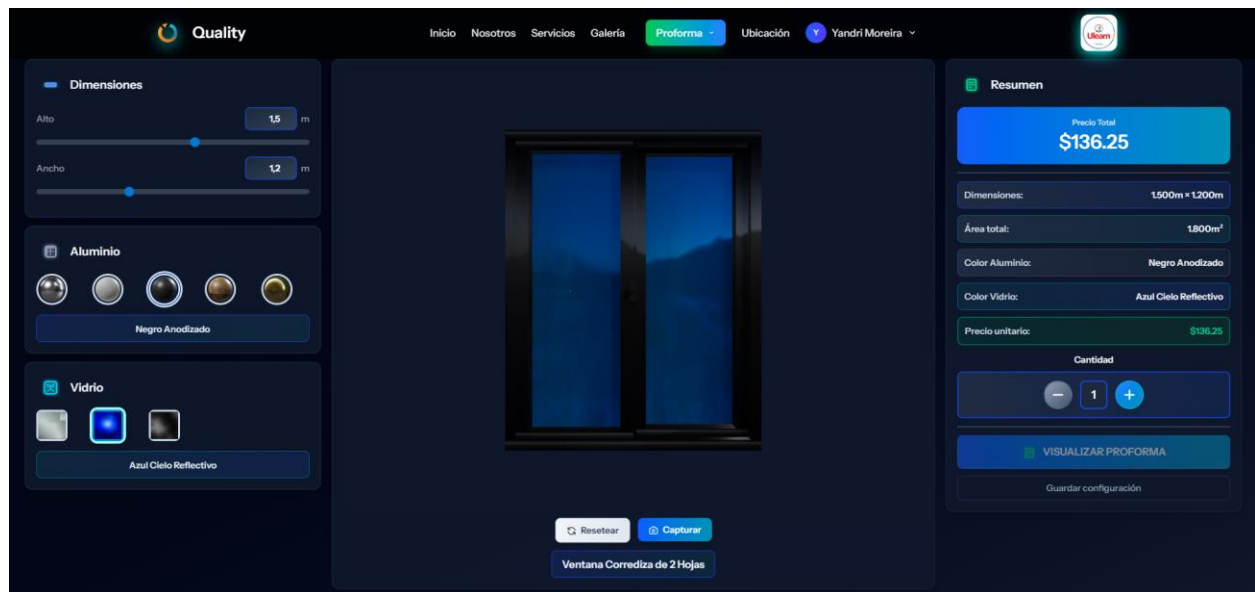
Interfaz del configurador de los modelos 3D personalizables y cálculo de insumos basado en las modificaciones



Nota. Elaboración propia.

Figura 12

Aplicación de texturas dinámicas y actualización de costos en tiempo real según la selección de acabados



Nota. Elaboración propia.

4.7.5 Interfaz de Gestión de Stock y Catálogo de Materiales

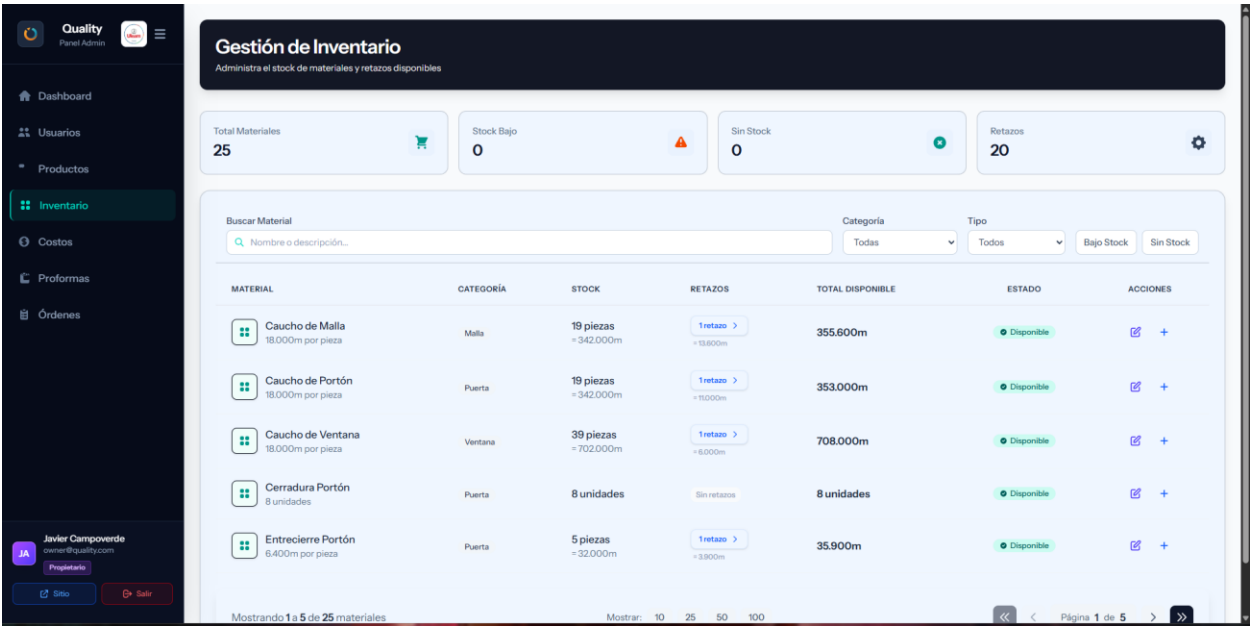
Este módulo permite la administración técnica de las existencias de los insumos que conforman el catálogo base del sistema. A diferencia de un inventario genérico, la interfaz está diseñada para gestionar la materia prima específica (perfiles y vidrios) cuya lógica de despiece ya está integrada en el software, permitiendo actualizar sus parámetros físicos y comerciales de forma directa.

Funcionalidades de la gestión de inventario:

- **Actualización Paramétrica de Insumos:** El administrador puede editar los valores críticos de los materiales existentes, como el precio por pieza y el tamaño de la pieza industrial (ej. longitud de perfiles de 6.40m). Esto asegura que cualquier fluctuación en el costo del proveedor se refleje inmediatamente en el configurador 3D.
- **Ingreso y Control de Existencias:** La interfaz se centra en la carga y actualización del stock físico. El sistema permite registrar la entrada de nuevas piezas y calcula automáticamente el total disponible en metros lineales, facilitando la trazabilidad del material listo para producción.
- **Monitoreo de Disponibilidad y Alertas:** Incluye un panel de indicadores con el conteo de materiales activos y alertas de bajo stock. Esto permite al propietario identificar rápidamente qué insumos del catálogo requieren reposición para no detener la fabricación.
- **Gestión de Retazos (Sobrantes):** El sistema ofrece visibilidad sobre los retazos generados en proyectos anteriores, permitiendo al usuario conocer cuántos metros

de material reutilizable existen antes de consumir una pieza nueva, optimizando así el recurso.

Figura 13
Interfaz de control de stock y actualización de parámetros técnicos para insumos de fabricación



Nota. Elaboración propia.

4.7.6 Interfaz de Gestión de Catálogo y Galería Comercial

Este módulo está creado para proporcionar al administrador un control completo sobre la oferta comercial que se muestra en la plataforma. Facilita la administración de los productos técnicos que nutren el configurador 3D y del portafolio visual que actúa como atracción publicitaria para el taller.

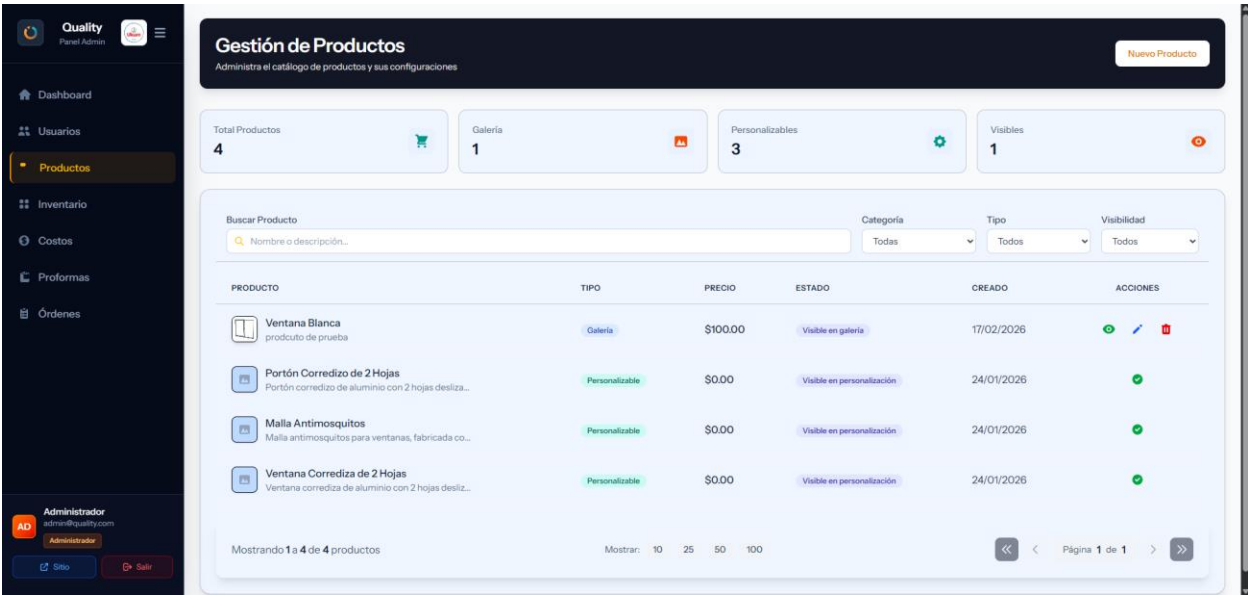
Funcionalidades claves:

- **Gestión de Disponibilidad y Acceso:** La interfaz permite habilitar o deshabilitar la visibilidad de los productos destacados (Ventanas, Portones y Mallas). Al inhabilitar un producto, el sistema limita de manera automática el acceso a su ruta

de configuración, impidiendo que los clientes creen proformas de servicios que el taller no tenga disponibles en ese momento.

- **Administración de Portafolio (Galería):** Comprende una herramienta para la elaboración de registros diseñados únicamente para la exhibición. El usuario tiene la posibilidad de subir imágenes de proyectos completados, darles un título descriptivo y un precio de referencia para enriquecer la sección de "Proyectos Completados" en la página de inicio.
- **Panel de Productos:** El Dashboard presenta un resumen numérico del catálogo, distinguiendo entre productos configurables y productos de galería, lo que ayuda en el mantenimiento editorial del sitio web.

Figura 14
Gestión de productos personalizables y de galería, con acciones respectivas para cada tipo



Nota. Elaboración propia.

Figura 15
Formulario de registro de nuevos ítems para la galería de proyectos finalizados

The image shows a web application interface for 'Gestión de Productos' (Product Management). A modal window titled 'Crear Nuevo Producto' is open, allowing users to add a new product. The modal contains the following fields and controls:

- Nombre:** A text input field with the placeholder 'Nombre del producto'.
- Descripción:** A text area with the placeholder 'Descripción del producto'.
- Precio:** A text input field with a dollar sign icon and the value '\$ 0.00'.
- Categoría:** A dropdown menu with the placeholder 'Seleccione una categoría'.
- Imagen:** A section with a 'Seleccionar archivo' button and the text 'Sin archivos seleccionados'.
- Visible en Galería:** A toggle switch with the label 'El producto aparecerá en la galería pública'.

At the bottom of the modal are two buttons: 'Cancelar' and 'Guardar Producto'. The background interface shows a sidebar with navigation options like 'Dashboard', 'Usuarios', 'Productos', 'Inventario', 'Costos', 'Proformas', and 'Órdenes'. The main content area displays a list of products with columns for 'PRODUCTO', 'CREADO', and 'ACCIONES'.

Nota. Elaboración propia.

4.7.7 Interfaz de Configuración de Factores Financieros (4 Porcentajes)

Este módulo representa el motor de inteligencia de negocios de la aplicación "Quality". El sistema incorpora una lógica de control de costos basada en periodos de vigencia, lo que garantiza la integridad de los presupuestos y evita alteraciones accidentales en la estructura de costos fijos del taller.

Estructura y Reglas de Negocio:

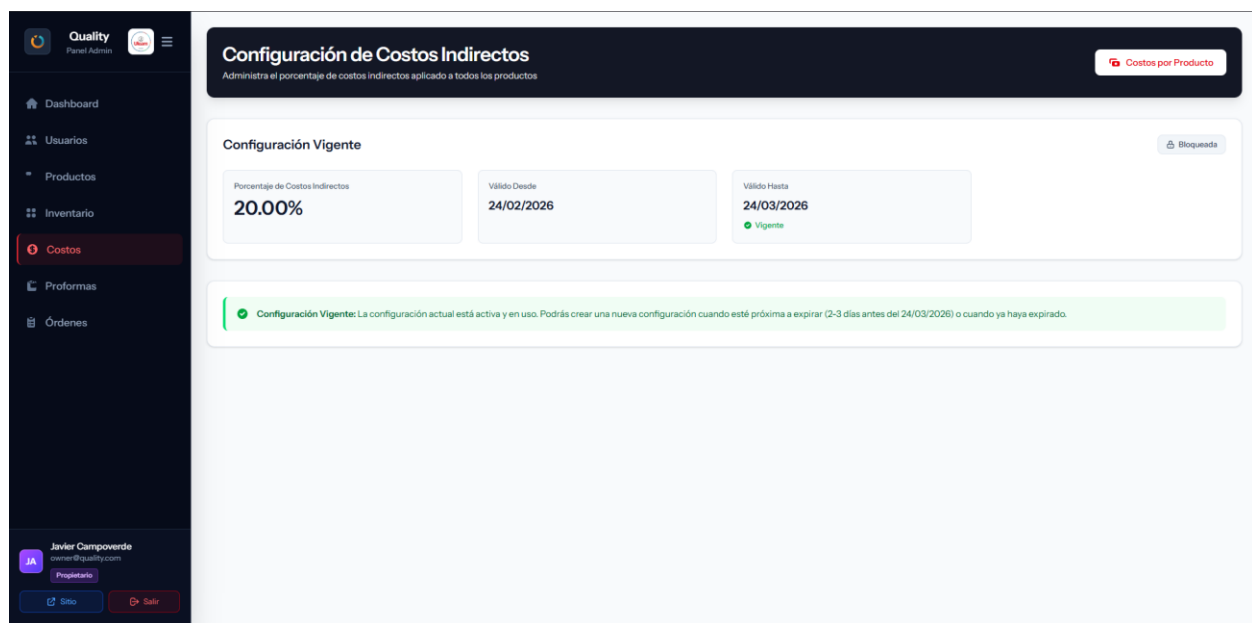
- **Gestión de Costos Indirectos con Bloqueo de Seguridad:** El sistema permite definir un porcentaje de costos indirectos (arriendo, servicios, etc.) asociado a un rango de fechas específico. Como medida de integridad financiera, el sistema bloquea cualquier modificación del porcentaje mientras el plazo de vigencia esté

activo, asegurando que todas las proformas de un mismo periodo mantengan la misma base de cálculo.

- **Factores Operativos Dinámicos:** A diferencia de los costos indirectos, los factores de Mano de Obra, Merma y Utilidad pueden ser ajustados de forma individual por producto. Esto permite al administrador o propietario adaptar el presupuesto a la complejidad técnica de cada diseño.
- **Control de Duplicidad y Estados:** La interfaz gestiona estados de "Activo" o "Inactivo", impidiendo que existan dos configuraciones de costos indirectos solapadas en el mismo tiempo, lo que elimina conflictos de cálculo en el backend.

Figura 16

Interfaz de Costos Indirectos con restricción de edición por periodo de vigencia activo



Nota. Elaboración propia.

Figura 17

Panel de edición de factores operativos (Merma, Mano de Obra y Utilidad) por categoría de producto

Configuración de Costos por Producto
Administra los porcentajes de mano de obra directa, factor de merma y margen de utilidad para cada producto

Seleccionar Producto Personalizable *
Ventana Corrediza de 2 Hojas

Configuración Vigente

Mano de Obra Directa	Factor de Merma	Margen de Utilidad	Creado por
10.00%	10.00%	20.00%	Administrador 24/02/2026 16:50

Nueva Configuración: Al guardar, la configuración actual se desactivará y se guardará en el historial. La nueva configuración se aplicará inmediatamente.

Crear Nueva Configuración

Mano de Obra Directa (%) *	Factor de Merma (%) *	Margen de Utilidad (%) *
10.00 %	10.00 %	20.00 %

Notas (Opcional)
Agrega notas o comentarios sobre esta configuración...

Guardar Configuración

Nota. Elaboración propia.

4.7.8 Interfaz de Gestión de Proformas y Órdenes

Este módulo constituye el núcleo operativo de la aplicación, gestionando el ciclo de vida completo de un pedido desde el interés inicial del cliente hasta la entrega del producto final. El sistema establece un flujo de trabajo jerárquico que garantiza la comunicación constante entre el taller y el cliente, validando cada etapa del proceso.

Flujo Operativo y Ciclo de Estados:

- **Conversión de Proforma a Orden:** El proceso se inicia cuando el cliente, tras revisar su presupuesto, decide formalizar el pedido. En este momento, la proforma pasa a ser una orden con estado pendiente, notificando al administrador para su revisión técnica.
- **Aprobación y Gestión de Pagos:** Una vez validada la viabilidad del pedido, desde la parte administrativa se aprueba la orden. El sistema procede entonces a facilitar

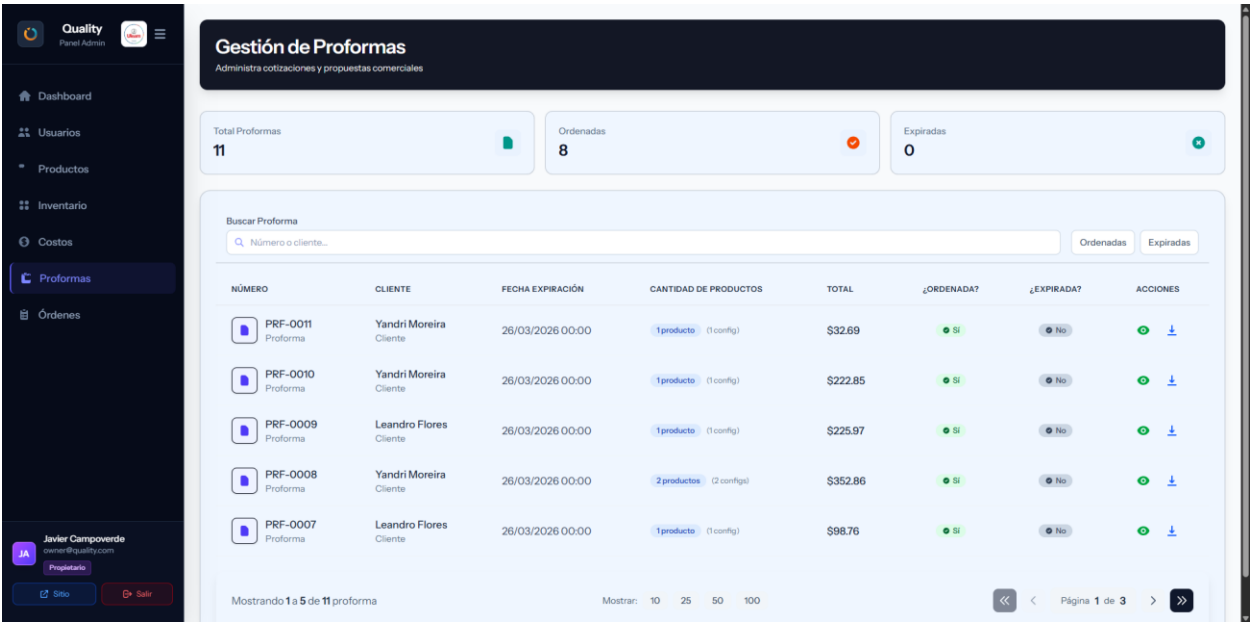
los datos bancarios al cliente para el depósito. Entonces un usuario con rol de administrador o propietario validan el comprobante, verificando que tenga la fecha y el monto correcto correspondiente a la orden, además de constatar la existencia del pago en la cuenta bancaria y posteriormente proceder con el estado de producción.

- **Inspección de inventario y Control de producción:** Antes del estado de una orden en producción, el sistema lleva a cabo una verificación automática de los materiales disponibles en el inventario. Si los materiales son suficientes para llevar a cabo la producción de la orden, entonces se descuenta los materiales usados del inventario, caso contrario, el sistema muestra una ventana de emergencia donde muestra que los materiales disponibles no son suficientes.
- **Cierre de la Orden y Registro de Resultados:** El cambio de estado de la orden a completada se realiza desde la parte administrativa de manera manual, ya que el tiempo de producción es una estimado, por lo que, puede durar mas o menos. Una vez marcada como finalizada el sistema integra los datos económicos, transformando la ganancia estimada a un valor efectivo para fines estadísticos.

Documentación Generada: El sistema produce dos categorías esenciales de informes para la operación:

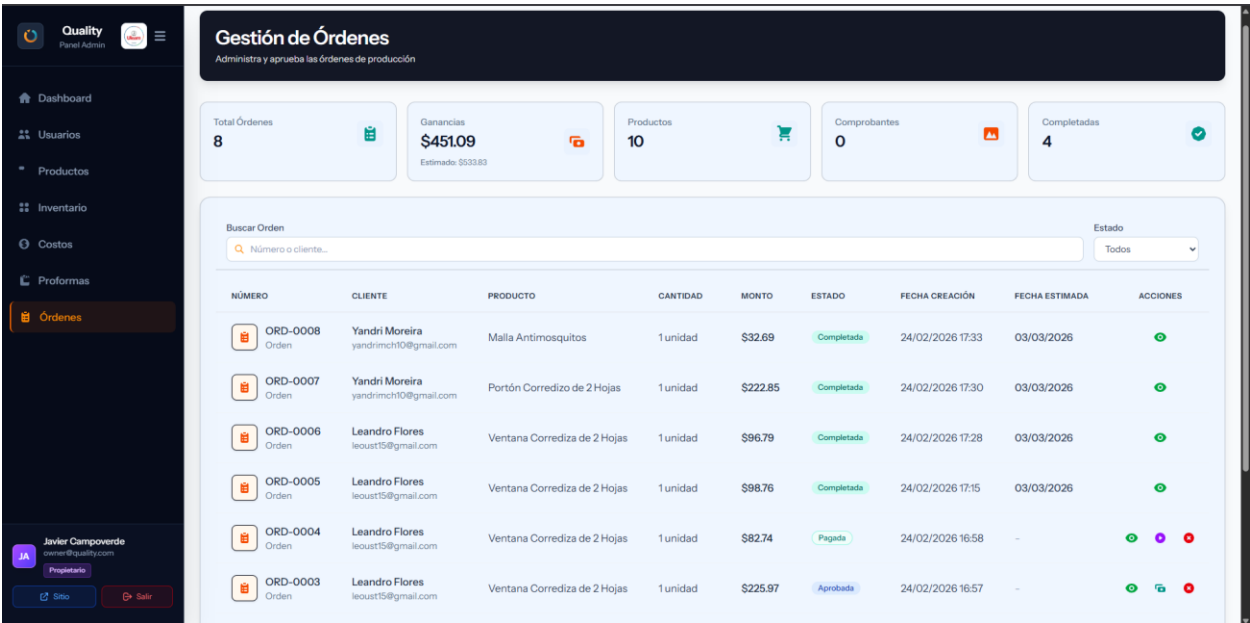
1. **Proforma Comercial:** Documento externo para el cliente con el diseño visual, dimensiones y precio final.
2. **Hoja de Costos y Despiece:** Documento interno para el taller que detalla el uso exacto de material y los márgenes de utilidad calculados para esa obra específica.

Figura 18
Panel de administración de proformas emitidas con herramientas para la gestión de documentos y conversión de pedidos



Nota. Elaboración propia.

Figura 19
Panel de monitoreo de órdenes de producción con indicadores de estados, métricas financieras y seguimiento de pedidos



Nota. Elaboración propia.

4.7.9 Interfaz de Reportes y Documentación de Salida

Este módulo constituye la etapa final del flujo de trabajo, donde el sistema consolida la información técnica y financiera en documentos portátiles (formato PDF). La generación de estos reportes asegura que la información sea accesible tanto para el cliente como para el personal operativo, garantizando la transparencia y la precisión en la ejecución del proyecto.

Tipos de documentación generada:

- **Proforma Comercial:** Es el documento entregable al cliente. En este reporte se detalla de forma clara el diseño visual de la estructura configurada, las dimensiones finales (ancho y alto), el tipo de acabado seleccionado (color de aluminio y vidrio) y el valor total a pagar. Incluye además los términos de validez de la oferta y los datos de contacto de la empresa.
- **Hoja de Costos y Despiece Técnico:** Constituye un reporte de uso exclusivo para la administración y la empresa. Este documento desglosa la cantidad exacta de materiales requeridos (metros de perfilería y metros cuadrados de vidrio), aplica los porcentajes de merma y mano de obra, y revela el margen de utilidad neta. Su objetivo es servir como guía de corte para el técnico y como auditoría financiera para el propietario.

Figura 20
Formato de proforma comercial generada por el sistema

QUALITY

PROFORMA PARA:

Leandro Flores

Correo: leoust15@gmail.com

Teléfono: 0979442964

Ubicación: Manta, Manabí

Proforma: PRF-0007

Fecha: 26/01/2026

Válida hasta: 25/02/2026

CANT.	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	PRECIO UNIT.	TOTAL
1	Ventana Corrediza de 2 Hojas Color: Bronze Dimensiones: 1.2 x 1.5 m	\$119.23	\$119.23
1	Portón Corredizo de 2 Hojas Color: Bronze Dimensiones: 2 x 2.5 m	\$301.52	\$301.52
1	Malla Antimosquitos Color: Bronze Dimensiones: 1 x 1.2 m	\$43.48	\$43.48

Términos & Condiciones

Eta proforma es válida por 30 días desde la fecha de emisión. Los precios incluyen IVA.

Subtotal: \$403.68

IVA (15%): \$60.55

Total: \$464.23

Autorizado por

Gerente General

Quality

+593 123 456 7890

info@quality.com.ec

www.quality.com.ec

Nota. Elaboración propia.

Figura 21
Hoja de detalles de costos de cada material

</

Nota. Elaboración propia.

4.8 Casos de uso del Sistema de Quality

4.8.1 Iniciar sesión y control de acceso

Tabla 1

Caso de uso de inicio de sesión

Identificador: CU-01	Descripción: Permite el acceso seguro a la plataforma validando las credenciales y habilitando las opciones del menú según los privilegios del usuario.
Actor: Administrador / Propietario / Cliente	
Flujo Principal: 1. El usuario ingresa su correo electrónico y contraseña en el formulario de acceso. 2. El sistema verifica la existencia del usuario y la validez de la contraseña. 3. El sistema redirige al usuario a la página principal de la aplicación. 4. El sistema habilita o restringe los botones de administración (Dashboard) en la barra de navegación según el rol detectado.	

4.8.2 Configuración y Visualización en el Configurador 3D

Tabla 2

Caso de uso de configuración paramétrica

Identificador: CU-02	Descripción: Permite al usuario personalizar las dimensiones y acabados del producto, visualizando los cambios en tiempo real mediante el motor gráfico 3D.
Actor: Cliente	
Flujo Principal: 1. El usuario selecciona un producto base (Ventana, Portón o Malla) desde el catálogo. 2. El usuario ingresa las medidas de Ancho y Alto en el panel de control.	

3. El sistema valida las dimensiones y actualiza la geometría del modelo 3D automáticamente.
4. El usuario selecciona los acabados deseados (Color de aluminio y Tipo de vidrio).
5. El sistema recalcula el precio referencial y lo muestra en pantalla.

4.8.3 Gestión de Stock y Catálogo de Materiales

Tabla 3

Caso de uso de gestión de inventario

Identificador: CU-03	Descripción: Permite al administrador mantener actualizado el inventario físico y los precios de compra de los insumos (perfiles y vidrios) para asegurar la precisión del costeo.
Actor: Administrador / Propietario	
Flujo Principal: 1. El usuario accede al módulo de "Inventario". 2. El sistema despliega el listado de perfiles de aluminio, vidrio, malla, etc. 3. El usuario selecciona un ítem y modifica el Precio Base o la Cantidad de Stock disponible. 4. El sistema guarda los cambios y actualiza internamente el costo por metro lineal o metro cuadrado para los futuros cálculos.	

4.8.4 Gestión de Catálogo y Galería Comercial

Tabla 4

Caso de uso de gestión de galería

Identificador: CU-04	Descripción: Permite administrar la visibilidad de los productos en el catálogo y actualizar el portafolio de
Actor: Administrador / Propietario	

	trabajos realizados (Galería) que se muestra al público.
Flujo Principal: 1. El usuario accede al listado de productos configurables. 2. El sistema permite cambiar el estado de un producto (Visible / Oculto) para la tienda. 3. El usuario carga una nueva imagen de un trabajo real en la sección de Galería. 4. El sistema procesa la imagen y actualiza automáticamente la página de inicio.	

4.8.5 Configuración de Factores Financieros (4 Porcentajes)

Tabla 5

Caso de uso de configuración financiera

Identificador: CU-05	Descripción: Permite definir los márgenes de utilidad y los costos operativos globales (Mano de Obra, Merma, Indirectos) que determinan el precio final de venta.
Actor: Administrador / Propietario	
Flujo Principal: 1. El usuario accede al módulo de "Costos" desde el panel de administración. 2. El sistema muestra los valores porcentuales actuales. 3. El usuario modifica uno o varios porcentajes según la estrategia comercial. 4. El usuario guarda la configuración. 5. El sistema actualiza las variables globales para aplicarlas en todos los cálculos de nuevas proformas.	

4.8.6 Gestión de Proformas y Generación de Órdenes

Tabla 6

Caso de uso de conversión de orden

Identificador: CU-06	Descripción: Permite al cliente formalizar una intención de compra convirtiendo una proforma previamente guardada en una orden de producción activa.
Actor: Cliente	
Flujo Principal: 1. El usuario accede a la sección de "Mis Proformas" para ver sus cotizaciones guardadas. 2. El usuario selecciona una proforma vigente y hace clic en el botón "Generar Orden". 3. El sistema cambia el estado del documento a "Pendiente" y muestra los datos bancarios para el depósito. 4. El sistema notifica al administrador sobre la nueva solicitud de pedido.	

4.8.7 Gestión de Estados y Flujo de Producción

Tabla 7

Caso de uso de flujo de estados

Identificador: CU-07	Descripción: Permite gestionar el ciclo de vida del pedido, validando la recepción de pagos y ejecutando el descuento automático de inventario al iniciar la fabricación.
Actor: Administrador / Propietario	
Flujo Principal: 1. El usuario revisa la orden y valida el comprobante de pago cargado por el cliente. 2. El sistema permite cambiar el estado a "Pagada" una vez confirmado el ingreso.	

3. El usuario cambia el estado a "En Producción".
4. El sistema verifica automáticamente la disponibilidad de stock, descuenta los materiales y autoriza el inicio del trabajo.
5. Al finalizar la fabricación, el usuario marca la orden como "Completada".

4.8.8 Generación de Reportes y Documentación

Tabla 8

Caso de uso de generación de reportes y documentación

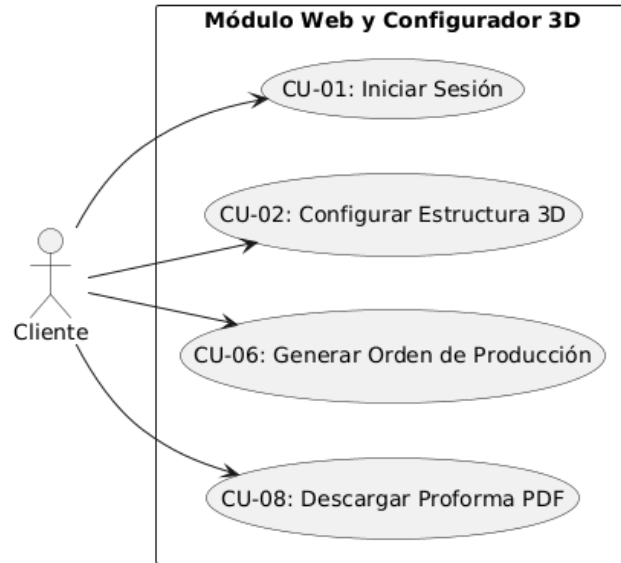
Identificador: CU-08	Descripción: Permite la exportación de documentos técnicos y comerciales en formato PDF para su entrega al cliente o uso interno en el taller.
Actor: Administrador, Propietario, Cliente	
Flujo Principal: 1. El usuario selecciona una orden o proforma específica desde el listado. 2. El sistema ofrece las opciones de descarga según el rol: "Proforma Comercial" (Cliente) u "Hoja de Costos" (Solo Admin/Propietario). 3. El sistema compila la información de dimensiones, materiales y precios. 4. El navegador descarga el archivo PDF generado listo para imprimir o enviar.	

4.9 Diagramas UML de casos de uso

4.9.1 Diagrama del Módulo Cliente

Figura 22

Diagrama de casos de uso del módulo cliente

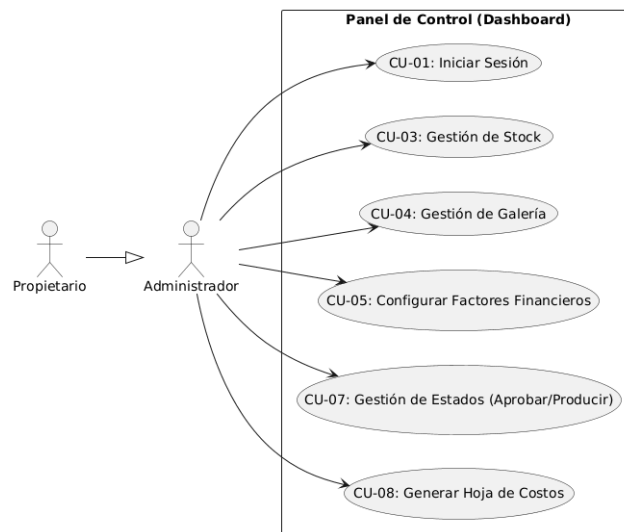


Nota. Elaboración propia.

4.9.2 Diagrama del Módulo Administrativo

Figura 23

Diagrama de casos de uso del módulo administrativo



Nota. Elaboración propia.

Capítulo 5

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

El desarrollo del sistema web "Quality" ha permitido alcanzar los objetivos planteados, centralizando la gestión operativa del taller y modernizando el ciclo de cotización y pedidos.

En primer lugar, la integración del configurador de modelos 3D mediante Three.js constituyó un avance fundamental. Esta herramienta permite obtener las medidas con precisión y visualizar el producto final en tiempo real, garantizando la exactitud de los datos para la proforma y brindando al cliente una validación visual inmediata de su diseño antes de confirmar el pedido.

Simultáneamente, se logró desarrollar un módulo de configuración de costos que opera con alta precisión. Al permitir la parametrización de variables clave como Mano de Obra, Merma, Gastos Indirectos y Utilidad, el sistema asegura que los precios calculados cubran los gastos reales de producción, protegiendo así el margen de rentabilidad del negocio frente a variaciones del mercado.

Como resultado de estos procesos, el sistema genera automáticamente las proformas y hojas de costos en formato PDF, agilizando la gestión documental. Además, el control de estado de las órdenes, que incluye la validación de comprobantes de pago, ha optimizado la transición hacia la etapa de producción, otorgando al administrador una trazabilidad completa sin depender de validaciones externas.

Finalmente, la construcción del módulo de inventario automatizó el cálculo de valores por material y el control de retazos. El sistema actualiza dinámicamente el stock de perfiles de aluminio y vidrio basándose en los costos configurados, lo que elimina el cálculo manual y reduce significativamente el desperdicio de materia prima en bodega.

5.2 Recomendaciones

Con base en la experiencia obtenida durante el desarrollo y las pruebas del sistema, se sugieren las siguientes acciones para garantizar la sostenibilidad y el máximo aprovechamiento de la plataforma desarrollada.

En la parte operativa, es fundamental que la empresa sea muy ordenada al actualizar los precios en el inventario. Como el sistema calcula todo basándose en esos valores, se recomienda revisar el costo del aluminio y el vidrio cada vez que los proveedores cambien los precios o el mercado varíe. Solo así se puede asegurar que cada presupuesto que entregue el programa realmente deje ganancias.

Por otro lado, es muy importante tener un plan de seguridad, como hacer copias de respaldo (backups) de la base de datos de vez en cuando. Esto sirve para proteger la lista de clientes y el historial de pedidos si llega a fallar la computadora o el servidor. Finalmente, se sugiere usar la Galería Comercial para vender más, subiendo fotos reales y de buena calidad de los trabajos que se vayan terminando. Esto ayudará a atraer a nuevos clientes y les dará más confianza para usar el configurador web.

Bibliografía

- Asana. (2 de Febrero de 2025). *Qué es el desarrollo iterativo y cómo implementarlo*. Obtenido de Recursos de Gestión de Proyectos de Asana: <https://asana.com/es/resources/iterative-process>
- Bean, R. (2023). *Laravel Auth: The Complete Guide to Socialite and OAuth*. Leanpub.
- Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Education.
- Caicedo Quispe, G. A. (2015). *Sistema de costos por órdenes de producción y gestión financiera en la empresa industrial Vidriería Moreira*. Universidad Regional Autónoma de los Andes: Santo Domingo.
- Dirksen, J. (2023). *Learn Three.js: Programming 3D animations and visualizations for the web with HTML5 and WebGL*. Packt Publishing.
- DomPDF Project. (2025). Obtenido de DomPDF: HTML to PDF converter for PHP: <https://github.com/dompdf/dompdf>
- Espinoza Flores, O. E., & Ulloa Vázquez, E. T. (2019). *Modelo de un sistema de costos para la industria que manufactura estructuras de aluminio y vidrio*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Horngren, C., Datar, S., & Rajan, M. (2012). *Contabilidad de Costos: Un Enfoque Gerencial*. México: Pearson Educación.
- IBM. (15 de Enero de 2025). *Guía de pruebas funcionales de software*. Obtenido de IBM Documentation: <https://www.ibm.com/es-es/topics/functional-testing>
- Infobae. (21 de Mayo de 2024). *Glosario de tecnología: qué es la investigación tecnológica y cuántos tipos hay*. Obtenido de Infobae Noticias:

<https://www.infobae.com/tecno/2024/05/22/glosario-de-tecnologia-que-significa-investigacion-tecnologica/>

Laravel. (2025). Obtenido de Laravel Documentation: <https://laravel.com/docs/>

Lozada, J. (2023). *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria*.

Morales, F. C. (Marzo de 2021). *Fuente secundaria (o "Fuente primaria", según la que estés registrando)*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/fuente-secundaria.html>

Otwell, T. (Diciembre de 2024). Obtenido de Documentación de Laravel: Compilación de activos (Vite): <https://laravel.com/docs/11.x/vite>

Sagbaycela, J. (2022). *Desarrollo del sistema web para el control de inventarios, ventas y facturación del Taller de Aluminio y Vidrio López*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: Riobamba.

Schönig, H.-J. (2023). *Mastering PostgreSQL 15: Advanced techniques to build and manage scalable, reliable, and fault-tolerant database applications*. Packt Publishing.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *La Guía de Scrum: Las Reglas del Juego*. Scrum.org.

Stauffer, M. (2019). *Laravel: Up & Running: A Framework for Building Modern PHP Apps*. O'Reilly Media.

Vite Project. (20 de Enero de 2025). *Vite: Next Generation Frontend Tooling*. Obtenido de Vite Project Documentation: <https://vitejs.dev/guide/>

Anexos

Figura 24
Inspección técnica de materia prima



Figura 25
Proceso manual de cotización realizado por el personal técnico



Figura 26

Validación funcional del módulo de inventario para la gestión digital de materiales.

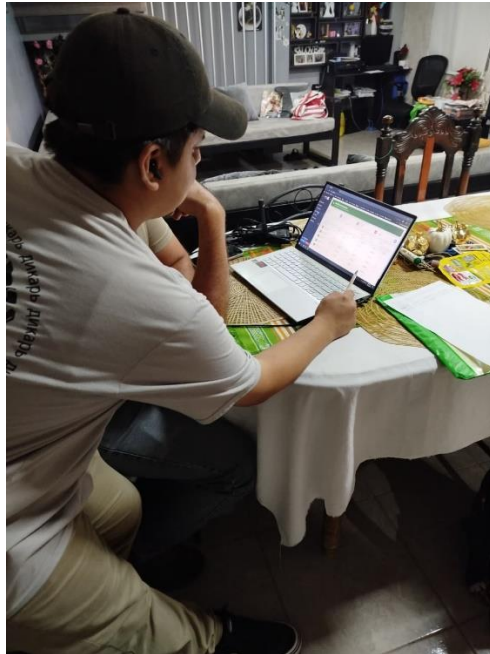


Figura 27

Demostración en tiempo real del configurador visual 3D para la generación automática de proformas.





Manta, 23 de febrero de 2026

Para: Ing. Javier Patricio Campoverde, Gerente Propietario de Quality, encargado de la supervisión del proyecto.

Asunto: Aprobación y aceptación del sistema web.

A través de la presente, los suscritos Angel Leandro Flores Lopez y Jandry Cledis Moreira Chavez, estudiantes en proceso de titulación de la carrera de Tecnologías de la Información, solicitamos de manera muy cordial la firma de aprobación y aceptación sobre el sistema web desarrollado para la empresa, cuyas características técnicas y funcionales se detallan a continuación:

- El sistema utiliza un entorno de desarrollo robusto basado en el framework Laravel (PHP) para el back-end y tecnologías web estándar para el front-end, integrando la librería Three.js para la visualización de gráficos en tres dimensiones.
- Cuenta con un Configurador 3D en tiempo real que permite visualizar los productos de aluminio y vidrio, obteniendo las medidas con precisión para la generación de pedidos.
- Integra un Módulo de Costos automatizado que permite configurar Mano de Obra, Merma, Gastos Indirectos y Utilidad, garantizando la precisión en el cálculo del precio final.
- Permite la gestión eficiente de documentos mediante la generación automática de Proformas y Hojas de Costos en formato PDF, así como la validación de comprobantes de pago.
- Cuenta con un Módulo de Inventario que actualiza automáticamente los costos de materiales y controla el stock, incluyendo la gestión de retazos para evitar desperdicios.
- Cuenta con una base de datos en PostgreSQL en la cual está alojada y asegurada toda la información que se ingresa y procesa en el sistema.
- Incluye el Manual de usuario para la navegación y operación correcta dentro del sistema por parte del personal de la empresa.

Por la atención brindada a la presente, nos suscribimos a usted.



Firmado electrónicamente por:
**JAVIER PATRICIO
CAMPOVERDE ZAMBRANO**

Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Javier Patricio Campoverde

Gerente Propietario de Quality