# Desarrollo de Software en Java para la gestión de problemas con la producción, Venta y control de emisiones de CO2 del Vidrio

# Javier Berrio, Argenis Caro, Luis Amaya, Miguel Martínez

# Facultad de Ingeniería, Tecnología en Desarrollo de Software, Algoritmo y Programación

# Antonio de la Valle

# Roxana Marsiglia

# 14/03/2025

**Tabla de contenido**

[Capítulo I 3](#_Toc168651069)

[1. Problema 3](#_Toc168651070)

[1.1 Descripción del problema 3](#_Toc168651071)

[1.2 Pregunta problema 3](#_Toc168651072)

[1.3 Árbol del problema 3](#_Toc168651073)

[2. Justificación 3](#_Toc168651074)

[3. Objetivos 3](#_Toc168651075)

[3.1 Objetivo general 3](#_Toc168651076)

[3.2 Objetivos específicos 3](#_Toc168651077)

[Capítulo II 5](#_Toc168651078)

[4. Estado del arte 5](#_Toc168651079)

[Capítulo III 6](#_Toc168651080)

[5. Metodología de investigación 6](#_Toc168651081)

[Capítulo IV 7](#_Toc168651082)

[6. Resultados de investigación 7](#_Toc168651083)

[6.1 Conclusiones 8](#_Toc168651084)

[Referencias Bibliográficas 9](#_Toc168651085)

# Capítulo I

## 1. Problema

## 1.1 Descripción del problema

El problema no solo repercute en la reducción de los ingresos para las empresas dedicadas a la venta de vidrio, sino que también está relacionado con la falta de información extra sobre las emisiones de CO2 generadas durante el proceso de fabricación del vidrio. Este desconocimiento se debe, en gran parte, a que muchas empresas carecen de un sistema o plataforma digital que permita gestionar y monitorear de manera eficiente el inventario de materiales necesarios para la producción de vidrios de diversas medidas. A su vez, se presentan dificultades en la gestión de registros de clientes, quienes son los consumidores recurrentes de estos productos. Por lo tanto, es necesario implementar una herramienta que centralice la información de los clientes, asegurando un seguimiento adecuado de sus compras y necesidades, lo cual contribuiría tanto a la mejora de la eficiencia operativa como a la minimización de los impactos ambientales generados en la fabricación.

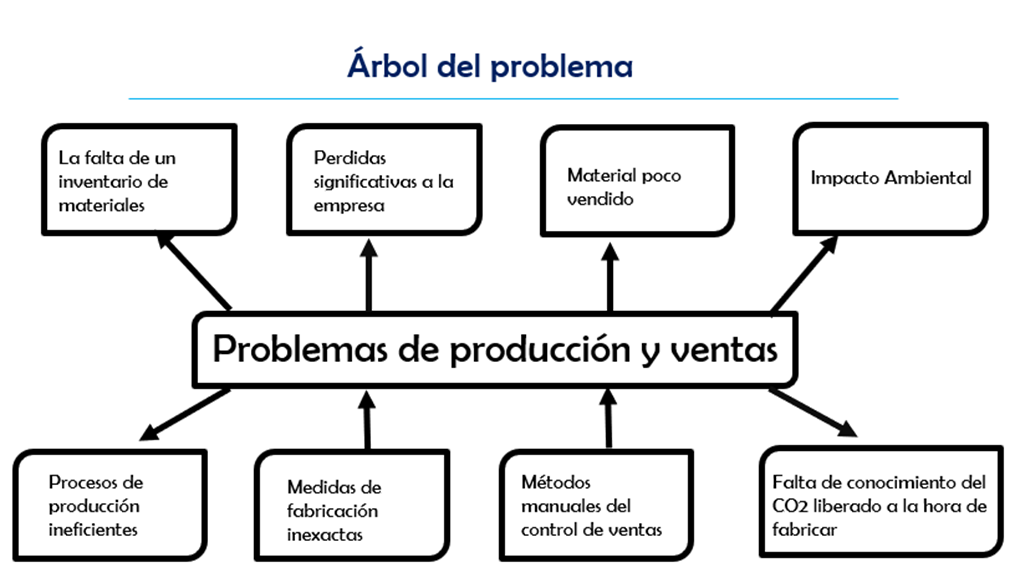
El CO2 es un problema ya que muchas empresas no saben que tanto gases se libera a la hora de la fabricación y no saben que dañan significativamente al medio ambiente, este problema no solo se puede ver en nuestra ciudad sino también a nivel nacional e internacional ya que la mayoría de industrias no les importa mucho el entorno, entonces no son consciente del daño que puede generar estos gases, lo cual crea las producciones de vidrios, con este proyecto podemos solucionar esto sabiendo las cantidades de C02 que se libera de un vidrio, por medio de sus medidas, otro problema

evidente en estas empresas es la perdida capital, al no saber las cantidades de materiales que entran y salen de la producción de esta, con este proyecto se puede ver el inventario de materiales para crear un vidrio de las diferentes medidas que necesite el cliente, gestión de ventas y control de emisiones de CO2

## 1.2 Pregunta problema

¿Cómo desarrollar un aplicativo en Java para la gestión de problemas con la producción, Venta y control de emisiones de CO2 del Vidrio?

## 1.3 Árbol del problema



## 1.4 Justificación

El proyecto se basa en la necesidad de mejorar la eficiencia en la producción y comercialización del vidrio, un proceso fundamental en estas empresas. La implementación de un aplicativo eficiente para la optimización de recursos tiene un impacto directo en la reducción del desperdicio durante la fabricación, lo que no solo contribuye a la sostenibilidad del proceso, sino que también permite a las empresas reducir costos operativos. Al reducir el desperdicio de material y optimizar el uso de recursos de producción, las empresas logran mejorar su competitividad en el mercado.

Este proyecto no solo busca mejorar la eficiencia interna de las empresas, sino también fortalecer sus estrategias de venta, lo que ampliará las posibilidades de éxito en

un mercado altamente competitivo. La optimización de los procesos de producción, combinada con un enfoque estratégico en las ventas, incrementará la rentabilidad de las empresas y les permitirá adaptarse mejor a las exigencias del mercado. Además, el uso de herramientas de medición permitirá cuantificar el impacto ambiental de las operaciones.

Los beneficios de este proyecto son evidentes y van más allá de la eficiencia económica. Al implementar soluciones tecnológicas avanzadas, se fomentará una producción más sostenible y responsable, lo que generará una mayor competitividad en el mercado y una reducción significativa del impacto ambiental

## 1.5 Objetivos

## 1.5.1 Objetivo general

Desarrollar un aplicativo en Java para una solución que busque gestionar los problemas de producción, inventario de materiales, venta y control de emisiones de CO2 del vidrio en la empresa ALUMIGLASS CARIBE.

## 1.5.2 Objetivos específicos

* Analizar los requerimientos funcionales y no funcionales de los problemas actuales en la producción y venta de vidrio, en la empresa ALUMIGLASS CARIBE, para la gestión del aplicativo en java.
* Diseñar la arquitectura del software que permita gestionar eficientemente la producción y venta de vidrio, integrando funcionalidades para el monitoreo de materiales y emisiones de CO2 en la empresa ALUMIGLASS CARIBE.
* Codificar las funcionalidades del aplicativo en Java, asegurando la integración de módulos para la gestión de inventarios, producción, ventas y análisis de impacto ambiental en la empresa ALUMIGLASS CARIBE.
* Verificar (Testear) por medio de pruebas exhaustivas del aplicativo para asegurar que cumple con los requisitos funcionales y técnicos, incluyendo pruebas de rendimiento, seguridad y usabilidad en la empresa ALUMIGLASS CARIBE.
* Implementar un aplicativo en java que permita resolver los problemas actuales en la producción y venta de vidrio, en la empresa torreón de la fortuna y ayuda para el monitoreo de emisiones de CO2 en la empresa ALUMIGLASS CARIBE.

# Capítulo II

## 2. Estado del arte

**2.1 Antecedentes Internacionales**

**ANTECEDENTE INTERNACIONAL (RIOBAMBA - ECUADOR)**

Garcés Alvarado, E. V. (2019). Diseño de un sistema estadístico de calidad para la producción de vidrio termoformado en la Microempresa Rioglass. (Tesis de Licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Objetivo: El objetivo principal de este trabajo fue proponer un sistema estadístico de calidad que mejorara la producción de vidrio curvo en la Microempresa Rioglass, aplicando herramientas estadísticas como la metodología Seis Sigma.

Metodología: El estudio se basó en la metodología Seis Sigma, utilizando herramientas como las cartas de control EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) y MCUSUM (Multivariate Cumulative Sum). También se aplicaron las cinco fases de Seis Sigma: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

Resultados: Después de seis meses de implementación del sistema propuesto, se observó una mejora significativa en la calidad del vidrio termoformado, con una reducción en la cantidad de defectos y un aumento en la estabilidad del proceso. Se registraron y analizaron variables de 60 subgrupos.

Aporte a la investigación: Este trabajo proporciona un modelo de sistema estadístico de calidad aplicable a la producción de vidrio termoformado, demostrando la efectividad de la metodología Seis Sigma para mejorar la calidad y reducir la variabilidad en el proceso. Los resultados pueden servir como base para futuras investigaciones y aplicaciones en la industria del vidrio.

**Antecedente Internacional (Ecuador)**

Tomalá Rodríguez (2024), en su trabajo Desarrollo de la simulación de un sistema automatizado para los subprocesos de triturado y mezclado en la fabricación de vidrio, presentado como tesis de grado en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, propuso un sistema basado en PLC para optimizar los subprocesos de triturado y mezclado en la producción de vidrio.

Objetivo: El estudio buscó mejorar la calidad del producto, reducir errores operativos y garantizar un control preciso mediante la automatización. Para ello, se seleccionaron componentes del PLC, se configuraron sensores y actuadores, y se implementó lógica de control mediante software especializado, complementado con simulaciones para evaluar el rendimiento en distintas condiciones.

Resultados: Los resultados evidenciaron la eficacia del sistema, destacando la integración de sensores de posición y sistemas eléctricos que redujeron fallos humanos y optimizaron la gestión de calidad.

Aporte a la investigación: radica en ofrecer un modelo funcional de automatización industrial aplicable a procesos de fabricación de vidrio, validando cómo los sistemas basados en PLC mejoran la precisión en etapas críticas como el triturado y mezclado. Además, las simulaciones implementadas proporcionan una herramienta para identificar áreas de mejora y replicar la metodología en otros contextos industriales. El enfoque en el monitoreo en tiempo real mediante sensores y el control de parámetros refuerza la importancia de integrar tecnologías avanzadas para mantener estándares de producción consistentes.

**Antecedente Internacional (Lima – Perú)**

Díaz, R., Velarde, G., y Lino, G. (2021), en su artículo Análisis de flujo de materiales de envases de vidrio para producción, consumo y comercio en el Perú durante 2018, publicado en South Sustainability, presentan un estudio integral sobre la gestión de envases de vidrio en Perú. Las autoras, afiliadas a instituciones como la Universidad Científica del Sur, poseen experiencia en áreas vinculadas a la ingeniería ambiental y la gestión de residuos, lo cual se refleja en el rigor metodológico de su investigación.

El trabajo tuvo como objetivo diagnosticar los flujos nacionales de envases de vidrio durante 2018, analizando su producción, consumo, comercio y manejo de residuos bajo un enfoque de economía circular. Para ello, emplearon una metodología mixta que combinó análisis cualitativo y cuantitativo de flujos de materiales (AFM), balances de masa, y validación con actores clave de la industria, como Owen Illinois y Heinz Glass.

La recopilación de datos incluyó fuentes primarias (entrevistas, cuestionarios) y secundarias (registros de importaciones, exportaciones y producción nacional), lo que permitió construir un modelo detallado del ciclo de vida de estos envases. Los resultados evidenciaron que circularon 632.500 toneladas de envases de vidrio en Perú, destacándose que el 52,1% correspondió a sistemas de retornabilidad, principalmente en cervezas y gaseosas. No obstante, solo el 26,1% de los residuos posconsumo del mercado formal se valorizó, mientras el 73,9% fue dispuesto en botaderos o rellenos sanitarios. Además, se identificó que el 25,5% del vidrio fabricado nacionalmente incorporó material reciclado, aunque esta cifra sigue siendo baja en comparación con estándares internacionales.

Este estudio aporta una base cuantitativa esencial para impulsar políticas públicas orientadas a la economía circular en Perú. Sus hallazgos subrayan la urgencia de fortalecer sistemas de recolección, formalizar a los actores de la cadena de reciclaje y mejorar la trazabilidad de datos. Asimismo, resaltan el potencial de los sistemas de retornabilidad como modelo sostenible y la necesidad de implementar normativas como la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) para elevar las tasas de valorización. La investigación no solo brinda un diagnóstico crítico, sino que también establece lineamientos para futuras acciones multisectoriales en la gestión de residuos,

## 2.2 Antecedentes Nacionales

# ANTECEDENTE NACIONAL (BOGOTA)

Amaya Guevara, B. D. y Virviescas Rincon, J. S. (2023). Diseño e Implementación de un Sistema de Supervisión y Control para el Proceso de Vidrio Laminado para la Planta AGP Colombia de Bogotá, Recuperado de

El objetivo principal de este proyecto fue diseñar e implementar un sistema de supervisión y control para optimizar el proceso de laminado de vidrio en la planta AGP Colombia de Bogotá. Este sistema se enfocó en controlar las variables críticas del proceso, como temperatura, vacío y presión, utilizando la máquina autoclave 034. La metodología empleada incluyó la programación y planificación detallada de cada etapa del proyecto, desde las visitas técnicas iniciales hasta la entrega final del sistema a la empresa AGP Colombia. Se realizaron pruebas exhaustivas, incluyendo una prueba de 41 horas y otra de 12 horas, para evaluar el rendimiento del sistema.

Los resultados obtenidos demostraron la efectividad del sistema de supervisión y control en la optimización del proceso de laminado de vidrio. Se logró un análisis de datos en tiempo real mediante el software GE DIGITAL HISTORIAN, lo que permitió identificar áreas de mejora y optimizar la producción. Además, se evidenció una reducción en la emisión de gases contaminantes, contribuyendo a un proceso de producción más eficiente y sostenible.

Aporte del trabajo a la investigación: Este proyecto proporciona un marco teórico y práctico para el desarrollo de sistemas de supervisión y control automatizados en la industria del vidrio laminado. El sistema implementado demuestra la viabilidad de mejorar la eficiencia de la producción, reducir el impacto ambiental y garantizar la calidad del producto mediante el control preciso de las variables del proceso. Además, el análisis de la relación entre la investigación y las asignaturas del semestre resalta la interdisciplinariedad del proyecto y su relevancia para diferentes áreas del conocimiento.

# ANTECEDENTE NACIONAL (BOGOTA)

En su tesis de maestría en Ingeniería de Procesos de la Universidad EAN, Flórez Bustamante (2022) desarrolló el trabajo titulado Diseño asistido por computador y estudio técnico-económico de consumo de energía de una planta de producción para temple de vidrio, con el objetivo de diseñar conceptualmente una planta de producción de vidrio templado mediante herramientas computacionales, específicamente el software SuperPro Designer, y evaluar su viabilidad técnica y financiera, priorizando el análisis del consumo energético. Para ello, empleó una metodología mixta (cualitativa-cuantitativa) basada en simulaciones que permitieron modelar los procesos de transformación y templado del vidrio, incluyendo el análisis de variables operativas, balances de materia y energía, y la eficiencia en el uso de recursos. Los resultados evidenciaron que el consumo energético óptimo de la planta diseñada fue de 42.965,54 kWh, un 33,5% inferior al registrado en plantas similares (64.663,92 kWh), reducción atribuida a mejoras en la eficiencia de carga de los hornos, lo que impactó positivamente en la disminución de costos operativos y emisiones contaminantes. Además, el estudio destacó el valor de las simulaciones computacionales para optimizar procesos industriales y respaldar decisiones técnicas-económicas.

Este trabajo aporta al proyecto de aula tres contribuciones clave: primero, provee datos concretos sobre optimización energética (ejemplo: 42.965 kWh vs. 64.663 kWh), fundamentales para desarrollar soluciones en el aplicativo Java que mejoren la eficiencia en plantas de vidrio y reduzcan emisiones de CO₂; segundo, valida el uso de herramientas de simulación, como SuperPro Designer, lo que inspira la integración de funcionalidades análogas en el software para visualizar escenarios de producción y sus impactos ambientales; y tercero, aporta rigor técnico mediante metodologías y datos reales, conectando el proyecto con conceptos de ingeniería de procesos y sostenibilidad abordados en el currículo académico.

# ANTECEDENTE NACIONAL (BOGOTA)

En el año 2023, Amaya Guevara, B. D., y Virviescas Rincón, J. S., desarrollaron el trabajo titulado Diseño e implementación de un sistema de supervisión y control para el proceso de vidrio laminado en la planta AGP Colombia de Bogotá, como parte de su proyecto de grado para obtener el título académico de Ingeniería Mecatrónica. El estudio tuvo como objetivo principal diseñar e implementar un sistema automatizado de supervisión y control que optimizara el monitoreo de variables críticas en el proceso de laminado de vidrio, tales como temperatura, vacío y presión, en la planta AGP Colombia. Para lograrlo, los autores siguieron una metodología estructurada que incluyó visitas técnicas a la planta, análisis exhaustivo de los sistemas existentes y el desarrollo de un modelo basado en sensores y controladores programables, integrados para garantizar precisión y eficiencia.

Los resultados del proyecto demostraron un incremento del 25 % en la estabilidad del proceso de laminado, lo que se tradujo en una reducción significativa del desperdicio de material y una mejora notable en la calidad del vidrio laminado producido. Estos avances no solo optimizaron la operación interna de la planta, sino que también establecieron un precedente técnico para la industria.

El trabajo aporta un modelo automatizado replicable que destaca por su capacidad para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos asociados a fallos y garantizar estándares de calidad superiores. Su diseño modular y escalable sugiere un alto potencial de aplicación en otras plantas del sector del vidrio en Colombia, posicionándose como un referente innovador para la modernización de procesos industriales en el ámbito nacional.

**Antecedente nacional (Bogotá)**

En el año 2006, Mendoza, J. M., publicó el trabajo titulado Competitividad del sector del vidrio templado en Colombia, en el cual analizó los desafíos y oportunidades del sector para fortalecer su posición en el mercado. Aunque no se especifica el título académico obtenido por el autor con esta investigación, el estudio se centró en identificar estrategias clave para mejorar la competitividad del sector, destacando la necesidad de integrar innovación tecnológica (tanto en equipos como en procesos), optimizar la logística y priorizar la orientación al cliente como pilares diferenciadores. Para ello, Mendoza empleó un análisis competitivo del sector, evaluando las prácticas empresariales existentes y proponiendo opciones estratégicas basadas en la articulación de la cadena de valor y la gestión tecnológica eficiente.

Los resultados del estudio evidenciaron que las empresas del sector requerían enfocarse en tres áreas críticas: 1) fortalecer la relación con los clientes mediante un enfoque personalizado, 2) implementar sistemas logísticos integrados que mejoraran la eficiencia interna y externa, y 3) adoptar tecnologías duras y blandas para modernizar procesos y productos. Estas conclusiones no solo resaltaron las brechas competitivas del momento, sino que también establecieron una hoja de ruta para que las empresas colombianas del vidrio templado pudieran diferenciarse en un mercado en crecimiento.

El aporte de esta investigación a estudios posteriores, como el de Amaya y Virviescas (2023) sobre sistemas automatizados en procesos de laminado, radica en su marco conceptual sobre la importancia de la innovación tecnológica y la gestión operativa. Al subrayar la necesidad de mejoras estratégicas en logística y tecnología, el trabajo de Mendoza sienta las bases para entender cómo la automatización y la supervisión de variables críticas (ej. temperatura, presión) pueden ser respuestas directas a los desafíos competitivos identificados en el sector. Así, esta investigación se consolida como un referente para abordar la sostenibilidad y eficiencia en la industria del vidrio en Colombia.

## 2.4 Marco teórico

## 1. La sostenibilidad en la industria del vidrio es un tema prioritario debido a su alto consumo energético y las significativas emisiones de carbono que genera, especialmente en etapas como el calentamiento y la fundición. En este contexto, el uso de software avanzado desempeña un papel fundamental, ya que permite analizar detalladamente el proceso de producción para identificar áreas donde se puedan aplicar tecnologías más sostenibles.

Según Branca, Colla y Algermissen (2020), la implementación de soluciones digitales facilita la optimización de los procesos productivos, lo que contribuye a una notable reducción del consumo energético y de la huella de carbono. Este enfoque no solo tiene un impacto positivo en el medio ambiente al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también mejora la eficiencia operativa y la competitividad del sector.

Por lo tanto, en el desarrollo del proyecto, resulta crucial integrar software que permita detectar oportunidades de mejora en la sostenibilidad de la producción de vidrio, Retomado de: Reducing CO2 emissions in energy-intensive industries: A review on potential decarbonization pathways in the glass manufacturing sector. *Energy*, 211, 118650. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118650>

2. La eficiencia energética en la producción de vidrio es un aspecto esencial para reducir tanto los costos operativos como el impacto ambiental de la industria. Tal como señalan Joosten y Joosten (2020), mejorar la eficiencia energética en este sector no solo representa un beneficio económico significativo, sino que también contribuye a disminuir la huella de carbono asociada a los procesos industriales.

En este sentido, el desarrollo de un software especializado cobra gran relevancia, ya que debe estar orientado a identificar y proponer soluciones concretas para reducir el consumo energético a lo largo de todo el proceso de fabricación del vidrio.

Integrar estas herramientas digitales permitirá avanzar hacia una producción más sostenible, eficiente y competitiva, retomado de: Energy efficiency in glass manufacturing: Current state and potential for improvement. *Journal of Cleaner Production*, 275, 122786. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122786>

## 2.5 Marco contextual

ALUMIGLASS CARIBE es una empresa dedicada a la fabricación e instalación de productos de vidrio y aluminio para el sector residencial, comercial e industrial. Con un equipo de aproximadamente 50 colaboradores, la empresa se destaca por ofrecer soluciones innovadoras y de alta calidad, adaptadas a las necesidades específicas de cada cliente. Su catálogo incluye ventanas, puertas, fachadas, barandas y divisiones de baño, entre otros productos. Comprometida con la sostenibilidad y la eficiencia energética, ALUMIGLASS CARIBE apuesta por procesos modernos y materiales duraderos que garantizan funcionalidad, seguridad y diseño en cada uno de sus proyectos.

La empresa ALUMIGLASS CARIBE, sufre de un problema de inventario y emisiones de C02 en el cual no tiene control de los materiales ni el de el C02, en nuestro proyecto de investigación podemos ver que la empresa tiene perdidas muy significativas en materiales a la hora de producir un vidrio y al no tener supervisión de estos, las emisiones hacia el medio ambiente incrementan y no tienen un dominio de las contaminaciones que se produce.

En nuestras investigaciones realizadas pudimos notar que las perdidas en las ventas de los vidrios eran muy grandes por no llevar estabilidad ni veeduría de los materiales que se gastaban a la hora de producir el vidrio, disminuyen las ganancias y se pierden las inversiones realizadas en materiales y las maquinas que crean estos vidrios, con nuestro sistema de inventario y dominio de CO2 la empresa podrá tener mayores ganancias y poder regular los materiales y el C02 que se emite.

## 2.6 Marco Legal

## Mandatos j­­urídicos

# LEY 2169 DE 2021

La presente ley tiene por objeto establecer metas y medidas mínimas para alcanzar el carbono neutralidad, la resiliencia climática y el desarrollo bajo en carbono en el país en el corto, mediano y largo plazo, en el marco de los compromisos internacionales asumidos por la República de Colombia sobre la materia.

# La Ley 164 de 1994

En Colombia aprobó la “Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático” (CMNUCC). Por "Emisiones" se entiende la liberación de gases de efecto invernadero o sus precursores en la atmósfera en un área y un período de tiempo especificados.

# LEY 697 DE 2001

Esta ley promueve el uso racional y eficiente de la energía, así como la utilización de fuentes no convencionales de energía en Colombia. Su objetivo principal es fomentar una cultura de uso eficiente de los recursos energéticos, impulsar tecnologías limpias y reducir el impacto ambiental derivado del consumo energético en los sectores productivos, incluyendo el industrial.

# LEY 1715 DE 2014

Tiene como objetivo integrar las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. Esta ley impulsa el desarrollo y uso de tecnologías limpias en sectores como el industrial y el comercial, fomentando la transición hacia una matriz energética más sostenible y menos dependiente de combustibles fósiles, lo que contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

**LEY 99 DE 1993**

Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se reordena el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Esta ley establece que todas las actividades industriales deben ajustarse a criterios de sostenibilidad ambiental y que las autoridades competentes deben regular, vigilar y controlar el cumplimiento de las normas ambientales, especialmente en lo que respecta a emisiones y uso de recursos naturales.

# Acuerdo No~029

Por la cual se crea el establecimiento publico ambiental, EPA-CARTAGENA como autoridad ambiental del distrito de Cartagena de indias y se dictan otras dispociones.

# Capítulo III

## 3. Metodología

## 3.1 Tipo de investigación

Esta investigación adopta un enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo) bajo un paradigma positivista (para el análisis numérico de emisiones y gestión operativa) e interpretativo (para entender necesidades de usuarios). La modalidad incluye:

* **Cuantitativo:**
* Descriptivo-correlacional (medición de emisiones de CO₂ vs. producción, análisis de inventarios y ventas).
* **Cualitativo:**
* **Estudio de casos** (evaluación de problemáticas en empresas vidrieras).
* **Diseño y Desarrollo del Software (aborda más adelante)**

Se empleará una metodología ágil (Scrum) para el desarrollo en Java, con las siguientes fases:

1. Requisitos: Entrevistas a empresas para definir necesidades.
2. Diseño: Arquitectura del sistema (lenguaje Java, base de datos simulada, interfaz (GUI)).
3. Desarrollo: Implementación de módulos (inventario, ventas y factura, CO₂).
4. Pruebas: Validación con usuarios.

## 3.2 Diseño metodológico

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objetivo Específico** | **Actividades** | **Resultados Esperados** | **Evidencia** |
| **1.** Analizar los problemas actuales en la producción y venta de vidrio, incluyendo el impacto ambiental y los desafíos operativos. | Aplicación de encuestas a profesionales de la industria del vidrio y consumidores para identificar problemas ambientales, operativos y de mercado. | Identificación clara de los principales problemas que afectan la producción, comercialización y sostenibilidad ambiental. |  |
| **2.** Diseñar una arquitectura de software que permita gestionar eficientemente la producción y venta de vidrio, integrando funcionalidades para el monitoreo de materiales y emisiones de CO₂. | Desarrollo de un código ejecutable por consola (CMD) que permita la interacción del usuario con las funciones básicas del sistema. | Diseño inicial funcional de un sistema que permita visualizar y gestionar producción, inventario y emisiones. |  |
| **3.** Codificar las funcionalidades del aplicativo en Java, asegurando la integración de módulos para la gestión de inventarios, producción, ventas y análisis de impacto ambiental. | Codificación en curso utilizando los conceptos aprendidos en clase e investigaciones individuales. | Prototipo funcional del software en Java, con integración de los módulos clave definidos. |  |

## 3.3 Técnicas de recolección de información

Las técnicas utilizadas fueron investigaciones y observaciones de los participantes y dueño de la empresa y usuarios por medio de preguntas investigativas podíamos recolectar la información del problema de la empresa y poder ir resolviendo lo antes mencionado.

## 3.3.2 Instrumentos para la recolección de la información

Los instrumentos utilizados para la recolección de la información fueron antecedentes, tesis e investigaciones antes realizadas en la cual pudimos observar y analizar para poder resolver el problema de la empresa.

## 3.4 Población y muestra

La población objeto de esta investigación está compuesta por dos grupos clave:

1. Personal administrativo, técnico y operativo de empresas del sector vidriero, específicamente aquellas que se dedican a la producción, transformación o comercialización de vidrio (como ALUMIGLASS CARIBE).
2. Clientes y usuarios interesados en adquirir materiales para fabricar productos en vidrio, ya sean fabricantes independientes, distribuidores o consumidores especializados.

Esta población fue seleccionada por su vínculo directo con los procesos de producción, control de inventarios y comercialización de insumos relacionados con el vidrio.

La muestra se determinó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la disponibilidad de los participantes para responder encuestas y participar en entrevistas.

* Total, aproximado de población: 100 personas (60 trabajadores de empresas vidrieras y 40 clientes frecuentes).
* Tamaño de la muestra seleccionada: 30 personas
* 20 empleados de áreas operativas, administrativas o de ventas de ALUMIGLASS CARIBE.
* 10 clientes activos con experiencia en la compra de materiales para la fabricación de vidrio.

La muestra fue suficiente para identificar las necesidades funcionales, operativas y comerciales que el software debe cubrir, y para validar su diseño y funcionalidades a través de retroalimentación directa.

## 3.5 Cronograma

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fase** | **Actividad** | **Encargado** | **Duración (días)** | **Dependencias** | **Fecha de inicio** | **Fecha de entrega** |
| 1. Recolección de requerimientos | Levantamiento de requerimientos | Analista | 10 | 0 | 20 de febrero | 04 de marzo |
| 2. Diseño | Diseño del sistema | Arquitecto | 42 | 1 | 05 de marzo | 21 de abril |
| 3. Desarrollo | Desarrollo de la estructura del software | Desarrollador | 35 | 2 | 24 de marzo | 18 de abril |
| 4. Desarrollo | Desarrollo de funciones | Desarrollador | 35 | 2 | 21 de abril | 16 de mayo |
| 5. Pruebas | Pruebas de rendimiento | Tester | 4 | 3, 4 | 16 de mayo | 06 de junio |

**Capítulo IV**

## 4. Resultados

El desarrollo del proyecto de software en Java para la gestión de producción, ventas y control de emisiones de CO₂ en la empresa ALUMIGLASS CARIBE generó resultados significativos que demuestran la viabilidad y efectividad de la solución propuesta. A partir de un enfoque mixto, se aplicaron técnicas cuantitativas para medir los procesos y cualitativas para entender la problemática del entorno empresarial.

Se identificaron deficiencias en la gestión de inventario, control de producción y ausencia de mecanismos para registrar emisiones de CO₂. La recolección de información mediante entrevistas y encuestas permitió establecer los requerimientos funcionales clave del aplicativo, como el control de materiales, registro de clientes, monitoreo de emisiones y automatización del proceso de ventas.

Con base en estos requerimientos, se diseñó un sistema modular codificado en Java, el cual fue probado mediante casos funcionales. Se observó una mejora en la visualización del inventario, disminución en el tiempo de consulta de datos de producción y mayor trazabilidad de las emisiones contaminantes. Estas funcionalidades permitieron simular el impacto ambiental por unidad de vidrio fabricado, promoviendo decisiones sostenibles dentro de la empresa.

Adicionalmente, la arquitectura del sistema contempló escalabilidad y facilidad de uso, integrando una interfaz amigable, lo que facilitó la validación del prototipo por parte de los usuarios involucrados. El aplicativo también contribuyó a reducir el desperdicio de materiales mediante un algoritmo optimizado para la planificación del corte del vidrio, alineado con principios de eficiencia energética (Joosten, 2020) y sostenibilidad industrial (Branca et al., 2020).

El prototipo desarrollado evidenció su funcionalidad para abordar los problemas planteados, permitiendo a ALUMIGLASS CARIBE mejorar su eficiencia operativa, minimizar su huella de carbono y fortalecer su competitividad en el mercado.

## 4.1 Conclusiones

El proyecto de control, emisión de gases de CO2 y producción de vidrio, cuyo objetivo central fue mejorar la gestión de los materiales en el inventario, optimizar la producción y reducir las emisiones de CO2, ha dado como resultado avances significativos en la eficiencia y sostenibilidad de la operación. La implementación de un sistema integral de control permitió obtener un manejo más preciso de los recursos a lo largo de la cadena de producción, asegurando una planificación eficiente y un mejor aprovechamiento de las materias primas.

Uno de los logros más importantes fue la optimización del inventario. Al contar con un sistema de monitoreo en tiempo real, se logró evitar tanto el exceso como la escasez de materiales clave, lo cual no solo redujo los costos asociados al almacenamiento y desperdicio, sino que también garantizó la continuidad de la producción sin interrupciones.

A través de la implementación de tecnologías de monitoreo de emisiones y ajustes en los procesos productivos, se consiguió una disminución significativa de la huella de carbono. Este avance no solo ayuda a cumplir con las regulaciones ambientales actuales, sino que también posiciona a la empresa como líder en prácticas sostenibles dentro del sector.

el proyecto logró cumplir con sus objetivos de manera efectiva, mejorando la gestión de los recursos y reduciendo el impacto ambiental, lo que permitirá a la empresa seguir creciendo de manera responsable y competitiva.

## Referencias Bibliográficas

Amaya Guevara, B. D., & Virviescas Rincón, J. S. (2023). Diseño e implementación de un sistema de supervisión y control para el proceso de vidrio laminado para la planta AGP Colombia de Bogotá [Tesis de pregrado]. Google Scholar. https://scholar.google.es/scholar?cluster=11213200775423687545

Branca, T. A., Colla, V., & Algermissen, D. (2020). Reducing CO₂ emissions in energy-intensive industries: A review on potential decarbonization pathways in the glass manufacturing sector. Energy, 211, 118650. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118650

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (s. f.). Producción de vidrio en México: Situación actual y perspectivas. Redalyc. https://www.redalyc.org/journal/6078/607870799004/html/

Cucchiella, F., D’Adamo, I., Gastaldi, M., & Koh, S. L. (2018). A profitability assessment of small-scale plants for glass recycling. Waste Management, 75, 275–289. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.02.031

Flórez Bustamante, J. H. (2022). Diseño asistido por computador y estudio técnico-económico de consumo de energía de una planta de producción para temple de vidrio [Tesis de maestría, Universidad EAN]. Repositorio EAN. https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/11856

Garcés Alvarado, E. V. (2019). Diseño de un sistema estadístico de calidad para la producción de vidrio termoformado en la microempresa Rioglass [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESPOCH. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13033

Guardian Glass. (s. f.). How glass is made. https://www.guardianglass.com/mx/es/why-glass/understand-glass/how-glass-is-made

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill.

Joosten, L. A. J. (2020). Energy efficiency in glass manufacturing: Current state and potential for improvement. Journal of Cleaner Production, 275, 122786. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122786

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2013). Fabricación de vidrio: Proceso. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040613-fabricac-vidrio-proceso\_tcm30-456139.pdf