



Diseño de una planta agroindustrial de café con enfoque agroturístico: caso replicable para el desarrollo rural en territorios cafeteros

Fory Guali, Danna Yaeth; Delgado Solano, Sandra y Casades Olarte, Geraldine

Grupo de Investigación Agroindustria y Desarrollo GIAyD Universidad de los Llanos, Colombia

<https://orcid.org/0009-0009-2623-4458> danna.fory@unillanos.edu.co

<https://orcid.org/0009-0002-0417-0229> sdelgado@unillanos.edu.co

<https://orcid.org/0009-0009-0502-1912> geraldine.casades@unillanos.edu.co

ASA/Artículo

doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.20472238>

Recibido: 30-08-2025

Aceptado: 12-02-2026

RESUMEN

El municipio de Guamal, Meta, presenta limitaciones en el procesamiento del café pergamino, lo que afecta su calidad, productividad y potencial comercial. Por lo cual el desarrollo de este estudio propone el diseño de una planta de procesamiento con enfoque agroturístico, orientada a mejorar la eficiencia productiva y promover el desarrollo rural sostenible. Se definió una capacidad instalada estimada según la producción local, y se aplicó la metodología Systematic Layout Planning (SLP) para evaluar la distribución óptima de espacios y equipos. Se seleccionaron máquinas clave como despulpadoras, tanques de fermentación y secadores solares, integrando áreas para el manejo de residuos, tratamiento de aguas y espacios destinados a visitantes. La propuesta cumple con normativas sanitarias como la resolución 2674/2013 para Colombia, así como normas internacionales de inocuidad como HACCP e ISO 22000 y seguridad en el trabajo como la 2400 de 1979, considera además el diseño sanitario como parte de la experiencia turística. Los resultados muestran una mejora en el flujo de procesos, reducción de riesgos de contaminación cruzada, valorización de subproductos como compost y promoción del café como atractivo cultural con oportunidad para el agroturismo. Se concluye que la planta propuesta no solo fortalece la cadena de valor del café en la región, sino que también diversifica la economía local mediante el agroturismo, articulando sostenibilidad, inocuidad, educación y cultura cafetera.

Palabras clave: *agroindustria, cadenas de valor, desarrollo rural, agroturístico.*



Design of an agroindustrial coffee plant with an agrotourism approach: a replicable case for rural development in coffee-growing regions

ABSTRACT

The municipality of Guamal, Meta, presents limitations in parchment coffee processing, which affects its quality, productivity, and commercial potential. Therefore, the development of this study proposes the design of a processing plant with an agrotouristic approach, aimed at improving productive efficiency and promoting sustainable rural development. An estimated installed capacity was defined according to local production, and the Systematic Layout Planning (SLP) methodology was applied to evaluate the optimal distribution of spaces and equipment. Key machines were selected such as pulpers, fermentation tanks, and solar dryers, integrating areas for waste management, water treatment, and spaces designated for visitors. The proposal complies with sanitary regulations such as Resolution 2674/2013 for Colombia, as well as international food safety standards such as HACCP and ISO 22000, and workplace safety such as 2400 of 1979, additionally considering sanitary design as part of the tourist experience. The results show an improvement in process flow, reduction of cross-contamination risks, valorization of by-products such as compost, and promotion of coffee as a cultural attraction with opportunities for agrotourism. It is concluded that the proposed plant not only strengthens the coffee value chain in the region, but also diversifies the local economy through agrotourism, articulating sustainability, food safety, education, and coffee culture.

Keywords: *agroindustry, value chains, rural development, local economy, agrotourism.*

INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica*), principal producto agrícola de exportación en Colombia representa una fuente significativa de ingresos para pequeños y medianos productores en regiones como el Ariari, en el departamento del Meta. Esta zona cuenta con condiciones agroecológicas favorables para el cultivo de café tipo pergamino, como temperaturas promedio entre 20 y 26 °C, altitudes entre 500 y 1.200 metros sobre el nivel del mar, y suelos fértiles. Sin embargo, la falta de infraestructura especializada para el procesamiento, sumada al bajo valor agregado recibido por los caficultores, limita el crecimiento económico y social de la región (Federación Nacional de Cafeteros, 2022).

Actualmente, en la región del Ariari no existen plantas de procesamiento de café que integren un enfoque agroturístico, a pesar del potencial natural, cultural y productivo que posee. En otras zonas del país, como el Eje Cafetero y Cundinamarca se han desarrollado experiencias exitosas que combinan la transformación del café con actividades turísticas tal es el caso de la Hacienda Venecia y chorizos Don Julio, empresas ubicadas en el eje cafetero. Estas iniciativas han demostrado que es posible

articular producción, turismo y desarrollo rural. No obstante, también se han documentado fracasos debido a la falta de planificación técnica, desconocimiento del marco normativo y carencia de estrategias de mercadeo efectivas en la integración de la agroindustria cafetera y el agroturismo (Djamali et al. 2022).

La vereda Santa Bárbara, en el municipio de Guamal, Meta, ha sido identificada como un sitio estratégico para la instalación de una planta de procesamiento de café pergamino con enfoque agroturístico. El área cuenta con disponibilidad de tierras cultivables, acceso a fuentes hídricas, vías en buen estado y cercanía a centros de consumo regionales. Además, existe interés por parte de la comunidad cafetera en diversificar sus fuentes de ingreso mediante propuestas de valor agregado.

El presente artículo desarrolla un estudio técnico para el diseño de una planta de procesamiento de café pergamino que cumpla con los lineamientos establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) y el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), así como con las resoluciones sanitarias y de seguridad y salud en el trabajo vigentes en Colombia (Resolución 2674 del 2013; Resolución 0312 de 2019). La propuesta parte de la hipótesis de que una planta con integración agroturística permitirá optimizar

el proceso de transformación, generar valor agregado al producto, promover la educación turística y fortalecer la economía local de los caficultores del Ariari.

Este estudio tiene como propósito diseñar una planta de procesamiento de café pergamino con enfoque agroturístico en el municipio de Guamal (Meta), mediante la aplicación de la metodología *Systematic Layout Planning* (SLP) y el cumplimiento normativo, integrando un recorrido turístico educativo bajo los principios de distribución, eficiencia, productividad y desarrollo rural sostenible.

Se busca definir la localización óptima, la capacidad instalada y los requerimientos técnicos para la planta de procesamiento de café pergamino, considerando variables logísticas, normativas, ambientales y socioeconómicas, a través de matrices comparativas, análisis de factores ponderados y cálculos de balance de línea de producción. También se pretende determinar la distribución de áreas, la selección de equipos y los flujos de proceso bajo criterios de eficiencia, inocuidad y sostenibilidad, integrando un recorrido agroturístico educativo que permita la visualización segura del proceso y la interacción con espacios de catación y comercialización, de acuerdo con las normativas vigentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es de tipo mixto, integrando el análisis cualitativo de condiciones territoriales, sociales y logísticas, con factores cuantitativos relacionados con la capacidad de producción, eficiencia del diseño de planta y disponibilidad de servicios básicos. El enfoque principal se basa en la metodología *Systematic Layout Planning* (SLP), desarrollada por Muther y adaptada por Khariwal et al. 2020 ampliamente utilizada en la ingeniería de procesos para la optimización de espacios industriales. Esta metodología permite organizar las áreas funcionales dentro de una planta, debido a que la disposición de los espacios de trabajo determina en gran medida la organización del flujo de trabajo y las condiciones laborales, buscando mejorar la eficiencia operativa, reducir costos logísticos y garantizar condiciones adecuadas para la producción agroindustrial (Feno & Savescu, 2024).

Para el desarrollo de esta investigación se propuso el diseño técnico de una planta de procesamiento de café pergamino con enfoque agroturístico, ubicada en el municipio de Guamal, departamento del Meta, específicamente en la vereda Santa Bárbara, finca El Recuerdo. Se evaluaron dos posibles ubicaciones mediante matrices comparativas, teniendo en cuenta factores como cercanía a la

producción cafetera, acceso a servicios públicos, estado de vías, y disponibilidad de terrenos. La metodología SLP se desarrolló en cuatro fases: localización, planteamiento general, planteamiento detallado e instalación.

Fase 1. Localización

En esta fase se identificaron dos ubicaciones potenciales: la primera en Guamal, Meta, con coordenadas geográficas 4°12'24.2"N, 73°46'37.8"W y la segunda en el barrio Villa Ortiz, Villavicencio, Meta (4°11'59.4"N, 73°38'52.8"W). Para la selección del sitio óptimo se elaboró una matriz de factores ponderada, evaluando variables como cercanía a zonas de producción, costos de transporte, disponibilidad de servicios públicos, volumen de café en la región y condiciones de acceso. La ubicación en Guamal fue priorizada por su cercanía a los caficultores del Ariari, el acceso a una mayor disponibilidad de materia prima y la existencia de vías terciarias en buen estado.

Fase 2. Planteamiento general

En esta etapa se definieron las áreas funcionales necesarias para el procesamiento de café pergamino, entre ellas: zona de recepción, pre-limpieza, despulpado, fermentación, lavado, secado solar, laboratorio de calidad, bodega, y zona de atención al visitante. Se estableció la distribución preliminar del terreno de 5.000 m²,

integrando el flujo de procesos con las rutas turísticas, zonas verdes y áreas de formación. El diagrama de bloques desarrollado en esta fase permitió identificar las relaciones de cercanía entre funciones, optimizando el tránsito de insumos y personas.

Fase 3. Planteamiento detallado

Se realizó la selección y ubicación específica de los equipos de procesamiento (trilladora, molino, tostadora de café) y del mobiliario de las áreas agroturísticas (mesas de cata, señalética, infografías, mobiliario ecológico), considerando las dimensiones reales de los espacios y el cumplimiento de la normatividad sanitaria y de seguridad (Resoluciones 2674 de 2013 y 2400 de 1979). Se diseñaron rutas diferenciadas para operarios y turistas, evitando riesgos de contaminación cruzada o interferencia en los procesos. Además, se contemplaron zonas verdes y espacios recreativos que complementen la oferta turística, sin afectar el funcionamiento de la planta.

Fase 4. Instalación

Finalmente, se establecieron los requerimientos técnicos para la instalación física de la planta. Esto incluyó la planificación del movimiento de maquinaria, la conexión a redes de agua potable y energía eléctrica trifásica, así como la gestión de residuos sólidos y aguas residuales. Se

definió el tipo de tecnología adecuada para las condiciones rurales del municipio de Guamal, priorizando equipos de bajo consumo energético, fáciles de mantener y adaptables a procesos educativos con fines agroturísticos. Esta fase también considera la capacitación de los operarios en procesos técnicos y de atención al visitante, con el fin de consolidar una experiencia integral que combine calidad productiva y vivencia turística sostenible (Ahrabous et al. 2025).

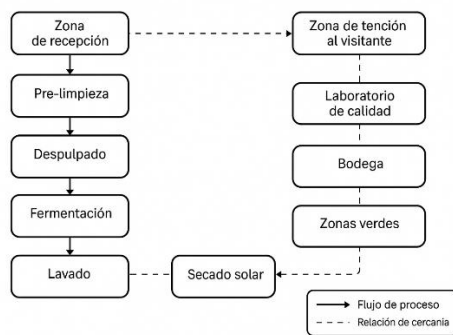


Figura 1. Diagrama de SLP
Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1. Localización

Los factores de localización juegan un papel fundamental en la planeación y diseño de plantas agroindustriales, porque permiten seleccionar la ubicación óptima en función de variables logísticas, económicas, sociales y territoriales, También se debe tener en cuenta lo dispuesto en la resolución 2674 de 2013 capítulo 1 artículo 6, donde se encuentran los requerimientos para la localización de plantas de alimentos, alejados de focos de contaminación. También es importante tener en cuenta que la planta tiene otra actividad económica además de la productiva agroindustrial, y en el agroturismo, es necesario contar con espacios para el parqueo de turistas y visitantes, y áreas para el esparcimiento, que no afecten la inocuidad del proceso. Con base a lo anterior para esta investigación, se analizaron factores como la disponibilidad de servicios públicos, cercanía a las zonas de producción, estado de las vías, volumen de café pergamino en la región, acceso a canales de distribución y cercanía a los principales mercados (Cuadro 1). Estos factores fueron fundamentales para la selección entre dos posibles ubicaciones: Guamal y Villavicencio.



Cuadro 1. Factores de localización más relevantes para el diseño de la planta procesadora de café pergamino.

Selección de la ubicación	Disponibilidad de servicios públicos	Vías de transporte	Cercanía al mercado
Distancia a las zonas de producción	Agua	Estado de las vías	Distancia a los principales consumidores
Volumen de producción cafetera en la zona	Energía eléctrica	Distancia a los principales mercados	Acceso a canales de distribución
Calidad del café pergamino	Gas natural		

Fuente: Elaboración propia.

Se propusieron dos ubicaciones, cuyas características se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de las ubicaciones propuestas para la planta de procesamiento de café pergamino.

Opción de localización	Coordenadas	Área	Municipio	Vista Satelital
Predio 1	4°12'24.2"N 73°46'37.8"W	5000 m2	Guamal, Meta	
Predio 2	4°11'59.4"N 73°38'52.8"W	1000 m2	Villavicencio, Meta	

Fuente: Elaboración propia

Los factores relevantes en el diseño de una planta agroindustrial incluyeron aspectos ambientales, sociales y legales. Se evaluó el impacto ambiental derivado de residuos sólidos, emisiones atmosféricas y vertimientos líquidos, con énfasis en tecnologías limpias y sostenibles. De acuerdo con lo reportado por Haryanto et al. (2021) la integración de criterios ambientales dentro de la planificación de planta mediante

Systematic Layout Planning (SLP) mejoró la eficiencia operativa y redujo los impactos negativos.

También se consideraron las exigencias normativas en materia legal, sanitaria y de seguridad industrial. La planta fue diseñada bajo criterios de cumplimiento normativo nacional, incluyendo rutas de evacuación, señalización, materiales resistentes y protocolos de

emergencia. Los resultados obtenidos por Cáceres-Gelvez et al. (2022) mostraron que el uso combinado de SLP y análisis multicriterio como TOPSIS facilitó el cumplimiento de estándares de seguridad y calidad industrial en entornos productivos complejos. Por último, se analizaron factores de accesibilidad interna y de impacto social. Se identificaron condiciones favorables para la logística interna, tales como zonas de carga y descarga, circulación eficiente y accesibilidad para personas con movilidad reducida. Además, se priorizó la inclusión de mano de obra local, lo cual fomentó la aceptación del proyecto en la comunidad. Según Haryanto et al. (2021), la articulación de factores socioeconómicos en el diseño de planta

contribuyó significativamente a su viabilidad y sostenibilidad social.

Para apoyar la toma de decisiones en la selección de la ubicación más adecuada para la planta de procesamiento de café pergamino, se aplicó el método de factores ponderados, el cual permite evaluar cuantitativamente múltiples variables relevantes asignando pesos relativos de acuerdo con su importancia estratégica. En el cuadro 3 se presentan los factores seleccionados, sus respectivas ponderaciones y las calificaciones obtenidas por las dos ubicaciones propuestas: Guamal obtuvo un puntaje de 7.25, mientras que Villavicencio de 5, sin embargo, su desempeño varía según los criterios analizados.

Cuadro 3. Factores ponderados de las localizaciones.

Factor	Ponderación	Villavicencio		Guamal	
		Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
Disposición de materia prima	40%	3	1.2	9	3.6
Cercanía al mercado	25%	7	1.75	5	1.25
Servicios públicos	15%	6	0.9	8	1.2
Cercanía al centro de insumos	10%	7	0.7	5	0.5
Disposición de mano de obra	5%	6	0.3	8	0.4
Impuestos	5%	3	0.15	6	0.3
Total	100%	-	5	-	7.25

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de localización se realizó aplicando el método de factores ponderados, el cual asigna un peso relativo a cada criterio relevante para la ubicación, califica el desempeño de cada alternativa y obtiene un puntaje total ponderado que permite comparar opciones de forma objetiva (Antonio Pérez-Agualongo et al. 2022).

En este caso, se evaluaron las alternativas de Guamal y Villavicencio considerando factores como la disposición de materia prima, cercanía al mercado, servicios públicos, cercanía a insumos, mano de obra e impuestos. Guamal destaca en factores estratégicos para la producción, como la alta disponibilidad de materia prima, acceso confiable a servicios públicos y costos operativos más bajos.

Por lo anterior, Guamal se selecciona como la mejor ubicación para la planta, ya que ofrece ventajas productivas clave, acceso directo a zonas cafetaleras del Ariari, disponibilidad de mano de obra calificada y un entorno no residencial que favorece el desarrollo operativo. Esta combinación fortalece la competitividad y sostenibilidad económica de la planta, a la vez que contribuye al desarrollo regional.

Fase 2. Planteamiento general

El café pergamino es la materia prima base para la elaboración de café tostado y molido, producto que requiere de una secuencia de

operaciones unitarias que incluyen limpieza, trilla, clasificación, tueste, molienda y empaque. De acuerdo con la información técnica del proceso y con base en el análisis del flujo de transformación presentado en la Figura 2, se estableció que a partir de 100 kg de café pergamino seco, es posible obtener aproximadamente 75 kg de café verde tras la trilla, y posteriormente 63.75 kg de café tostado después del proceso de tueste, asumiendo una pérdida promedio del 15 % por reducción de humedad y degradación de compuestos volátiles (Rotta et al. 2021).

El balance de materia en cada etapa del proceso fue estimado con base en literatura técnica del sector cafetero y validado mediante la experiencia de procesos similares. Por ejemplo, durante la operación de trilla se estima una merma del 25 % correspondiente al pergamino, mientras que en el tueste se presenta una reducción adicional del 15 % en peso. Finalmente, el café molido representa entre el 98 % y 100 % del peso del café tostado, dependiendo de la granulometría seleccionada.

A partir de lo anterior, se proyectó una capacidad instalada de procesamiento de 200 kg diarios de café pergamino seco, lo que permitiría obtener en promedio 127.5 kg de café tostado y posteriormente la misma cantidad de café molido, en presentaciones de 250 g, 500 g y 1

del café y su aceptación en mercados nacionales e internacionales.

Diseño de distribución de planta y matriz de relaciones

Una vez identificadas las operaciones unitarias necesarias para el procesamiento del café pergamino, fue posible determinar las áreas requeridas para diseñar una distribución eficiente dentro de la planta. Este diseño considera el flujo adecuado de materiales, la separación funcional de las áreas y el cumplimiento de las normativas sanitarias vigentes en Colombia, como la Resolución 2674 de 2013 y el Decreto 3518 de 2006, que regulan los requisitos sanitarios para establecimientos de procesamiento de alimentos.

Para lograr una distribución óptima, se elaboró un diagrama de relaciones, el cual define la proximidad que deben tener las distintas áreas en función del tipo de actividad que se realiza. Esta herramienta, basada en la metodología *Systematic Layout Planning (SLP)*, permite minimizar contraflujos, evitar interferencias entre zonas limpias y sucias, y maximizar la eficiencia operativa. En la Figura 3 se presenta la matriz de relaciones aplicada al proceso de café, y en el Cuadro 6 se resumen los códigos y razones que sustentan cada vínculo de cercanía entre las áreas.

Cuadro 4. Leyendas de los conceptos y valores de la matriz de diagrama de relaciones.

Valor	Concepto	Código	Razón
A	Absolutamente necesario	1	Flujo de materiales
E	Especialmente importante	2	Flujo de información
I	Importante	3	Flujo de desechos
O	Ordinario	4	Conveniencia
U	No importante	5	Personal
X	No deseable	X	No deseable

Fuente: Elaboración propia.

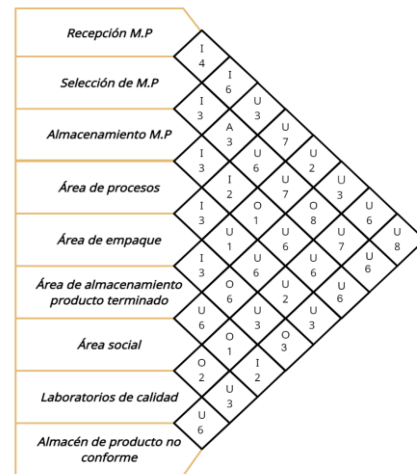


Figura 3. Matriz de relaciones de áreas funcionales de la planta de procesamiento de café.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis del diagrama de relaciones evidencia que las áreas que debe tener una planta para el procesamiento de café, con base en la resolución 2674 de 2013, capítulo 1 artículo 6, numeral 2, áreas de proceso, donde nos indica las áreas que debe tener con delimitación física una planta de alimentos, que para este proceso productivo son: recepción, almacenamiento, selección, trillado y

tostado se concentran en una zona central de la planta. Esta organización permite un flujo continuo de materiales sin cruces innecesarios, lo que incrementa la eficiencia y reduce riesgos de contaminación. Por otro lado, áreas como oficina, baños, vestier, área social y empaque están ubicadas en las zonas periféricas, garantizando separación funcional y cumplimiento sanitario. Es importante aclarar que las áreas destinadas al agroturismo, están externas donde se puede visualizar el proceso a través de vidrio templado de seguridad, de manera que no genere ningún peligro físico, biológico o químico, donde los turistas podrán visualizar el proceso sin afectar la inocuidad ni las operaciones dentro de la planta, al igual se propone un punto de venta y expendio para consumo en el local de productos ofrecidos por la planta, así como un laboratorio de catación para brindar talleres, capacitación a productores y universidades. Para detallar el proceso se elaboró el cursograma para representar las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos involucrados en la transformación del café pergamino. Esta herramienta permite visualizar la secuencia lógica de actividades y detectar posibles ineficiencias en planta. Las áreas críticas del proceso fueron distribuidas de forma estratégica, separadas de zonas de tránsito del personal,

baños o residuos, minimizando el riesgo de contaminación cruzada. Esto cumple con lo establecido en la Resolución 2674 de 2013 y la Guía HACCP (Ministerio de Salud y Protección Social, 2021). La Figura 4 presenta trece actividades organizadas según los símbolos estándar de cursograma. Este análisis es clave para optimizar el diseño de planta bajo criterios de seguridad alimentaria.

Fase 3. Planteamiento detallado

Planos y cálculos de espacio: La transferencia de calor es fundamental en el proceso de tostado del café, ya que permite alcanzar el perfil térmico adecuado para liberar los compuestos aromáticos del grano. Para ello, se calcularon los requerimientos térmicos en función de la capacidad de procesamiento y el tiempo de exposición al calor. Estos cálculos permiten dimensionar correctamente los equipos térmicos, garantizando eficiencia energética y calidad del producto. Además, se consideraron pérdidas térmicas y materiales apropiados para su construcción.

Para el cálculo de las superficies necesarias para la instalación de la maquinaria, se aplicó el método de Guerchet, el cual permite determinar de manera precisa el área estática, gravitacional y de evolución, considerando dimensiones, lados operables y requerimientos de operación (Plua et al. 2023).

Cuadro 5. Cálculos de equipos sin intercambio de calor

Área	Equipo	Medidas	Lados operables	Superficie estática	Superficie gravitacional	Superficie de evolución
Área de clasificación	Zarandas vibratorias	H: 1,040m; L: 1,8 m A 0,88m	2	1,584 MTS	3,168MTS	3,592
Área de trillado	Trilladora	H: 1,33m; L: 0,9 m; A: 0,4m	2	0,36 MTS	0,72 MTS	0,816
Área de molido	Molino de café industrial	H: 0,9 m; L: 0,75 m; A: 0,35m	2	0,262 MTS	0,525 MTS	1,574

Convenciones: L: largo A: ancho H: altura

Fuente: Elaboración propia.

Para los equipos con transferencia de calor, como la tostadora, se dejará un espacio de 1,50 m, de acuerdo con los requerimientos de salud y seguridad establecidos en la Resolución 2400 de 1979. La verificación de los cálculos mediante el método de Guerchet confirma que las áreas asignadas cumplen con los criterios de seguridad operativa, accesibilidad y eficiencia en la distribución de planta.

Los planos son representaciones gráficas fundamentales en el diseño de la planta, ya que permiten visualizar la distribución de áreas,

equipos y flujos de proceso. Su elaboración garantiza el cumplimiento de normas sanitarias, operativas y de seguridad. Además, facilitan la ejecución del proyecto y optimizan el uso del espacio. Estos planos se desarrollan con base en metodologías como el SLP y análisis previos del proceso (Cáceres-Gelvez et al. 2022).

A continuación, se presentan los planos que se proponen para la planta de procesamiento de café pergamino (Figura 4), seguridad industrial (Figura 5), control de plagas (Figura 6), abastecimiento de agua (Figura 7).

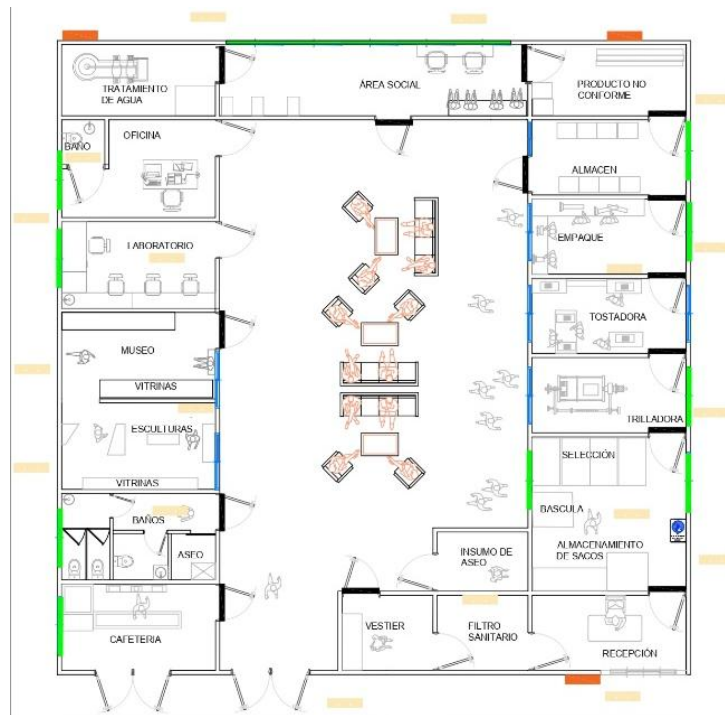


Figura 4. Distribución Actual y Propuesta Diseño en AutoCad

Fuente: Elaboración propia.

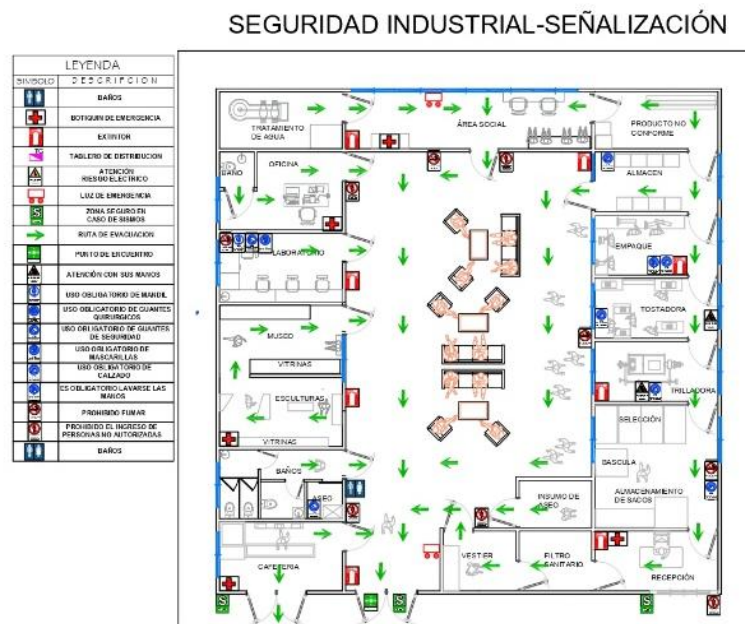


Figura 5. Plano de seguridad industrial

Fuente: Elaboración propia.

El plano de seguridad industrial y señalización de la planta de café pergamino detalla rutas de evacuación, equipos de emergencia y zonas seguras según la Resolución 0312 de 2019. La señalización cumple con normativas de

bioseguridad, higiene y control de acceso para prevenir riesgos laborales. En el contexto agroturístico, garantiza que los visitantes puedan recorrer la planta sin exposición a peligros, brindando una experiencia segura y confiable.

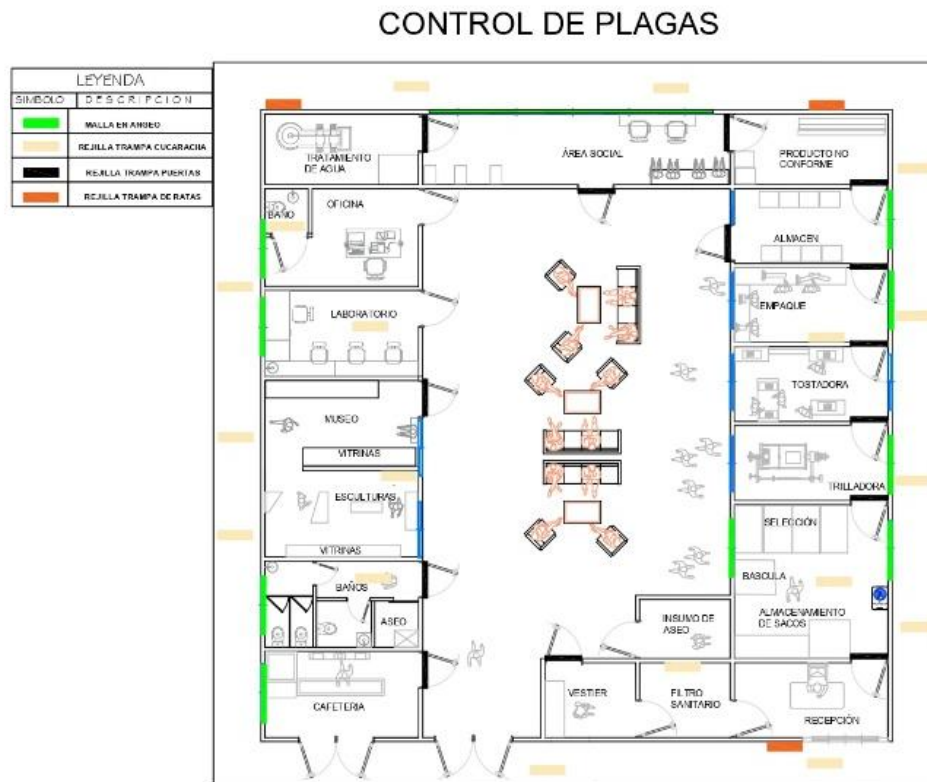


Figura 6. Plano de control de plagas.

Fuente: Elaboración propia.

El plano muestra el sistema de control de plagas implementado en una planta de café pergamino, destacando áreas clave como la trilladora, tostadora, empaque y almacenamiento. Se incluyen rejillas trampa para cucarachas (amarillas), ratas (naranja), y puertas (negras), así como malla en angeo (verde) para impedir el

ingreso de vectores. Estas acciones aseguran la inocuidad del producto y mantienen ambientes higiénicos. Desde la óptica agroturística, el control de plagas es un ejemplo tangible de buenas prácticas agrícolas que pueden ser observadas y valoradas por el público.

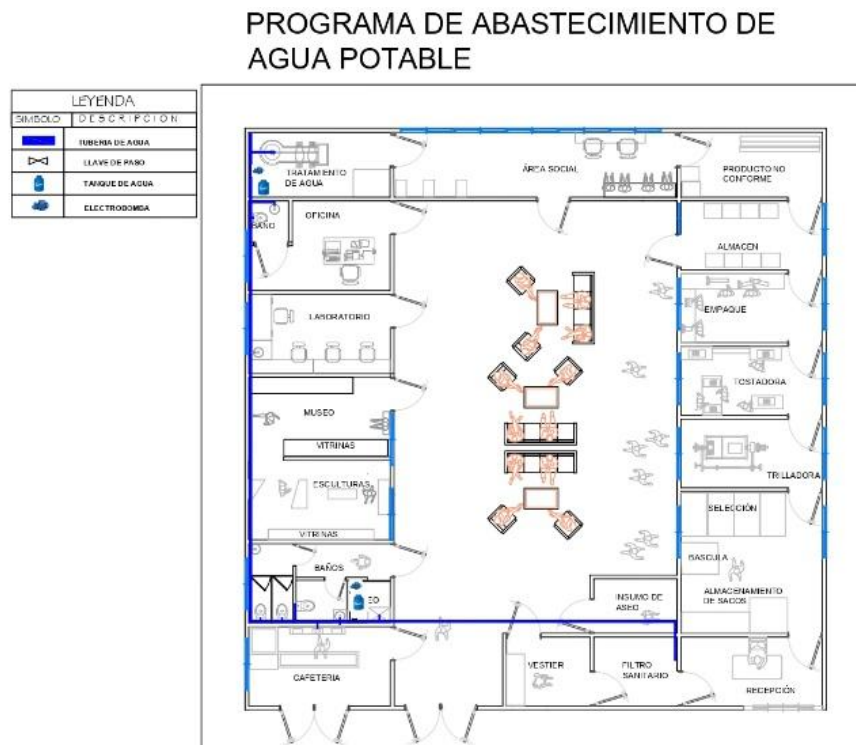


Figura 7. Plano de abastecimiento de agua potable.

Fuente: Elaboración propia.

El plano presentado corresponde a la distribución de agua potable en la planta de café propuesta, donde se detalla el recorrido de la red de tuberías (líneas azules) que abastece de forma continua y segura todas las áreas de la instalación, incluyendo zonas administrativas, sociales, de servicios y de proceso productivo como trilladora, tostadora, selección, empaque y almacenamiento. El sistema integra llaves de paso para el control del suministro, un tanque de agua y electrobombas para garantizar la presión y caudal necesarios, así como un área de tratamiento de agua para asegurar su potabilidad. La

disposición de la red está diseñada para optimizar la eficiencia operativa, garantizar el cumplimiento de normativas sanitarias y responder a las necesidades tanto de producción como de atención a visitantes dentro del enfoque agroturístico de la planta.

En la Figura 8 se presenta la distribución actual y la propuesta de diseño en sketchup. el centro de producción y capacitación agroturística, concebido como un espacio integral para el fortalecimiento de la producción agropecuaria sostenible, el intercambio de saberes y la diversificación económica mediante el turismo rural. El

Diseño de una planta agroindustrial de café con enfoque agroturístico: caso replicable para el desarrollo rural en territorios cafeteros

Fory Guali, Danna Yaeth; Delgado Solano, Sandra y Casades Olarte, Geraldine

proyecto busca ofrecer un lugar donde productores, visitantes y comunidades puedan acceder a formación técnica, experiencias prácticas en campo y actividades de agroturismo que promuevan la cultura agrícola local. Además de impulsar la productividad, se fomentará la

conservación ambiental, la valorización del territorio y la generación de ingresos adicionales a través de recorridos, talleres, muestras gastronómicas y venta de productos, integrando la educación, la producción y el turismo en un solo ecosistema.



Figura 8. Plano en 3D en Sketchup.
Fuente: Elaboración propia.

Zona Agroturística: Recorrido Visual y Catación del Café

La zona agroturística se diseñará para ofrecer a los visitantes una experiencia inmersiva en el proceso de producción del café, desde la recolección hasta la degustación final. El recorrido comenzará en el cafetal de café pergamino, donde los guías explicarán las etapas de cosecha y selección hasta llegar al área de procesamiento, donde se demostrará la trilla y clasificación del grano. Las estaciones estarán equipadas con elementos interactivos para visualizar y entender la transformación física y sensorial que sufre el café (Oliva-Cruz et al. 2024). Seguidamente, los visitantes accederán al proceso de tueste y molienda, donde podrán apreciar el cambio de color y aroma del grano. La experiencia concluirá con una ceremonia de cata sensorial, guiada por un experto, siguiendo los protocolos de la Specialty Coffee Association, donde se evaluarán aroma, cuerpo, acidez y retrogusto. En el diseño de la planta se propone una actividad turística integrada, que no afecte la inocuidad de la producción, pero que contribuya a posicionar esta actividad rural, y generar otra alternativa de ingresos, con un recorrido por la planta, donde los turistas y visitantes puedan

observar mediante paneles de vidrio de seguridad el proceso, esta interacción crea un lazo especial entre el visitante y el territorio productivo, transformando el paisaje agrícola en un destino atractivo que resalta los productos locales y fortalece la identidad cultural de la zona (Andéhn & L'Espoir Decosta, 2021). Este modelo de turismo agro-gastronómico y agroturismo, el cual no solo ofrece una experiencia sensorial y cognitiva del café, sino que también apoya la sostenibilidad del patrimonio inmaterial vinculado a su producción (Ostornol, 2020).

La propuesta de diseño de planta diversifica tanto la oferta agroindustrial como la oferta turística de territorios rurales cafeteros en desarrollo, donde se rescata saberes ancestrales y socioculturales, para generar crecimiento económico a través del agroturismo (Prieto & Triana Valiente, 2019).

Este enfoque de la planta agroindustrial responde a la creciente demanda de experiencias auténticas que conectan a los consumidores con la cultura y el origen de los alimentos, consolidando el papel del café como un motor de desarrollo turístico regional (Fusté-Forné et al. 2021), (Ferreira & Sánchez-Martín, 2022).

CONCLUSIONES

El diseño técnico de una planta de procesamiento de café pergamino en Guamal, Meta, orientado bajo estándares normativos y operacionales, permite establecer un sistema productivo más eficiente, seguro y competitivo. Se concluye que una planificación integral que contemple operaciones unitarias bien definidas, maquinaria adecuada y una distribución óptima de áreas mejora la productividad, reduce tiempos de proceso y eleva la calidad del producto final, alineándose con lo establecido por entidades como el INVIMA y las exigencias de la Resolución 2674 de 2013 y la Resolución 2400 de 1979.

Asimismo, una infraestructura diseñada conforme a las normativas de higiene, seguridad industrial y sostenibilidad permite minimizar riesgos laborales y ambientales, optimizando el uso del espacio y promoviendo buenas prácticas de manufactura. El enfoque en sistemas de gestión de calidad y trazabilidad es clave para mantener estándares exigidos por normas internacionales como la ISO 22000:2018, lo que mejora la confianza del consumidor y facilita la proyección a nuevos mercados.

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un programa integral que combine la capacitación continua del personal, la aplicación del sistema HACCP, la mejora continua en sostenibilidad y aprovechamiento de subproductos, el fortalecimiento del agroturismo mediante recorridos y cataciones, las alianzas con instituciones para el monitoreo de calidad y la realización de auditorías internas periódicas para garantizar el cumplimiento normativo.

REFERENCIAS

- Ahrabous, M., Allali, K., Fadlaoui, A., & Arib, F. (2025). Sustaining agricultural livelihoods: The influence of agrotourism on enhancing wellbeing and income in the Todgha Oasis, Morocco. *Journal of Arid Environments*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2025.105333>
- Andéhn, M., & L'Espoir Decosta, J. N. P. (2021). Authenticity and Product Geography in the Making of the Agritourism Destination. *Journal of Travel Research*, 60(6), 1282–1300. <https://doi.org/10.1177/0047287520940796>
- Antonio Pérez-Agualongo, A. I., Iván Acosta-Velarde III, J., Mercedes Naranjo-Vargas, E. V, & Isabel Reinoso-Astudillo, C. I. (2022). *Análisis de localización para una planta de producción industrial de biofertilizante Location analysis for an industrial biofertilizer production plant Análise de localização para uma planta industrial de produção de biofertilizantes*

Diseño de una planta agroindustrial de café con enfoque agroturístico: caso replicable para el desarrollo rural en territorios cafeteros

Ciencias Técnicas y Aplicadas Artículo de Investigación. 7(5), 1468–1483.
<https://doi.org/10.23857/pc.v7i5.4039>

Cáceres-Gelvez, S., Arango-Serna, M. D., Gutiérrez-Sepúlveda, L., Jaramillo-Agudelo, N., Mejía-Pérez, J., & Marín-Quintero, P. (2022). A Systematic Layout Planning and TOPSIS Application for the Design of a Power Generation Turbine Parts Repair Workshop. *Ingeniería y Universidad*, 26.
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.iued26.slpt>

Djamali, R. A., Cahyaningrum, D. T., & Putra, D. E. (2022). Determinants and strategies of social forestry development for integrated coffee agribusiness in the foot of mount Argopuro area, Jember regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 980(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/980/1/012053>

Enzo Anziani Ostornol. (2020). *Sustentabilidad del patrimonio inmaterial, relevando el valor del territorio mediante redes colaborativas de diseño y manufactura. Sustentabilidad del patrimonio inmaterial, relevando el valor del territorio mediante redes colaborativas de diseño y manufactura.*

Feno, M. R., & Savescu, A. (2024). Safe workplace layout design by joint analysis of workers and material flows. *Procedia Computer Science*, 232, 3074–3082.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.123>

Ferreira, D. I. R., & Sánchez-Martín, J. M. (2022). Shedding Light on Agritourism in Iberian Cross-Border Regions from a Lodgings Perspective. *Land*, 11(10).
<https://doi.org/10.3390/land11101857>

Fusté-Forné, F., Ginés-Ariza, P., & Noguer-Juncà, E. (2021). Food in slow tourism: The creation of experiences based on the

Fory Guali, Danna Yaeth; Delgado Solano, Sandra y Casades Olarte, Geraldine

origin of products sold at mercat del lleó (girona). *Heritage*, 4(3), 1995–2008.
<https://doi.org/10.3390/HERITAGE4030113>

Haryanto, A. T., Hisjam, M., & Yew, W. K. (2021). Redesign of Facilities Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) on Manufacturing Company: A Case Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1096(1), 012026.
<https://doi.org/10.1088/1757-899x/1096/1/012026>

Khariwal, S., Kumar, P., & Bhandari, M. (2020). Layout improvement of railway workshop using systematic layout planning (SLP)-A case study. *Materials Today: Proceedings*, 44, 4065–4071.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.444>

Ministerio de la Protección Social. (2014). Resolución 2674 de 2013 - Requisitos sanitarios para manipuladores de alimentos y establecimientos procesadores.
https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/resolucion_2674_2013.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2021). Guía para la implementación del sistema HACCP.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Guia-HACCP.pdf>

Ministerio del Trabajo. (1979). Resolución 2400 de 1979 - Normas sobre vivienda, higiene y seguridad industrial.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1997>

Ministerio del Trabajo. (2019). Resolución 0312 de 2019 - Estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.
<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/58724304/Res-0312-de-2019.pdf>

Oliva-Cruz, M., Silva-Valqui, R. Y., Santillan-Culquimboz, H., Juarez-Contreras, L., Oliva-

Diseño de una planta agroindustrial de café con enfoque agroturístico: caso replicable para el desarrollo rural en territorios cafeteros

Fory Guali, Danna Yaeth; Delgado Solano, Sandra y Casades Olarte, Geraldine

Cruz, C., Méndez-Fasabi, L. D., Rojas Ventura, H. M., & Silva-Valqui, G. (2024). Sensory quality of coffee (*Coffea arabica* L.): Influence of tree diversity and harvest segmentation in agroforestry systems. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101347>

Plua, S., Carrión, N., Madruñero, J., & Castro Verdezoto, P. (2023). Estimación de la superficie requerida y distribución de planta de una industria metalmecánica. *INNOVATION & DEVELOPMENT IN ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES*, 4(2). <https://doi.org/10.53358/ideas.v4i2.876>

Prieto, M. F., & Triana Valiente, M. F. (2019). Las rutas gastronómicas en el departamento del Meta. Una propuesta de sustentabilidad turística. *Turismo y Sociedad*, 25, 169–194. <https://doi.org/10.18601/01207555.n25.09>

Rotta, N. M., Curry, S., Han, J., Reconco, R., Spang, E., Ristenpart, W., & Donis-González, I. R. (2021). A comprehensive analysis of operations and mass flows in postharvest processing of washed coffee. *Resources, Conservation and Recycling*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105554>