

Lineamientos generales para un centro de producción de panela (trapiche) a partir del análisis y diagnóstico técnico de tres tipologías de trapiches ubicados en los municipios de Santana y San José de Pare, en los departamentos de Santander y Boyacá

Paulina Andrea García Vargas, Luisa Fernanda Noguera Galvis

Trabajo de grado para optar el título de Arquitecto

Director

Robert Gutiérrez Ortiz

Magister en dirección y gestión de proyectos

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad Arquitectura

2024

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto de grado a nosotras, quienes con dedicación y esfuerzo hemos dado vida a este proyecto, forjando un camino de aprendizaje y crecimiento conjunto. Este es reflejo no solo de nuestro compromiso académico, sino también nuestra perseverancia e inquebrantable voluntad de seguir evolucionando personal y académicamente.

Agradecimientos

A Jhon Noguera quien compartió sus conocimientos como representante de Fedepanela y nos hizo constante acompañamiento en el trabajo de campo

A la profesora Ivonne Duque quien confió en nosotras y nos apoyó en consolidar las bases investigativas para llevar a cabo este proyecto

A nuestras familias quienes son pilar fundamental para nuestras vidas y quienes nos brindan su apoyo inquebrantable

Al arquitecto Robert Gutiérrez por compartir sus conocimientos sobre arquitectura industrial y ser nuestro tutor de proyecto

Contenido

Introducción	14
1. Lineamientos generales para un centro de producción de panela (trapiche) a partir del análisis y diagnóstico técnico de tres tipologías de trapiches ubicados en los municipios de Santana y San José de Pare, en los departamentos de Santander y Boyacá	17
1.1 Problema de investigación	17
1.2 Justificación.....	18
1.3 Objetivos	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
2. Marco referencial	19
2.1 Marco teórico	19
2.1.1 Importancia de aplicación y cumplimiento de normativas en un trapiche panelero tradicional.....	19
2.2 Marco conceptual	21
2.3 Marco legal.....	24
3. Metodología	35
4. Análisis	37
4.1 Análisis de la producción de panela en Colombia	37
4.2 Análisis del sector denominado la Hoya del Río Suarez	41
4.3 Análisis normativo para trapiches paneleros.....	43
4.4 Proceso de producción en los trapiches.....	44
4.5 Análisis de trapiches actuales.....	51

5. Lineamientos.....	73
5.1 Intenciones generales	73
5.2 Componente funcional, formal y técnico	74
5.2.1 Componente funcional.....	74
5.2.2 Componente técnico y formal	77
5.3 Componente territorial	82
5.3.1 Análisis del sector y el lote.....	84
6. Conclusiones.....	94
Referencias.....	97
Apéndices.....	100

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Normativa sanitaria necesaria para el diseño de trapiche</i>	25
Tabla 2. <i>Requisitos sanitarios necesarios para la construcción del procesamiento, almacenamiento y distribución</i>	27
Tabla 3. <i>Promedio personal en trapiche.....</i>	63
Tabla 4. <i>Análisis comparativo de trapiches.....</i>	65
Tabla 5. <i>Cuadro de áreas.....</i>	79
Tabla 6. <i>Características lote.....</i>	83

Lista de figuras

Figura 1. <i>Área sembrada en caña panelera Colombia 2022</i>	38
Figura 2. <i>Área cosechada en caña panelera Colombia 2022</i>	39
Figura 3. <i>Producción de la panela – Colombia 2022</i>	39
Figura 4. <i>Producción por departamento</i>	40
Figura 5. <i>Principales departamentos productores de panela</i>	41
Figura 6. <i>Municipios hoya del rio Suarez</i>	42
Figura 7. <i>Diagrama en perspectiva de un trapiche panelero</i>	44
Figura 8. <i>Diagrama de flujo y másico del proceso de la elaboración de la panela</i>	45
Figura 9. <i>Evolución de los molinos</i>	46
Figura 10. <i>Partes que componen una hornilla panelera</i>	47
Figura 11. <i>Cámara de combustión Plana- Cimpa</i>	48
Figura 12. <i>Cámara de combustión Ward-Cimpa</i>	49
Figura 13. <i>Tipos de pailas</i>	50
Figura 14. <i>Esquema distribución espacial trapiche caso de estudio 1</i>	52
Figura 15. <i>Registro fotográfico caso 1</i>	54
Figura 16. <i>Registro fotográfico caso 1</i>	55
Figura 17. <i>Esquema distribución espacial trapiche caso de estudio 2</i>	56
Figura 18. <i>Registro fotográfico caso 2</i>	58
Figura 19. <i>Registro fotográfico caso 3</i>	60
Figura 20. <i>Formas de organización productiva</i>	64
Figura 21. <i>Diagrama zona de carga, descarga, recepción, molienda y pre limpiadores</i>	71
Figura 22. <i>Diagrama de hornilla, moldeo, secado, embalaje</i>	72

Figura 23. <i>Diagrama empaque y bodega producto final</i>	73
Figura 24. <i>Diagrama de flujo de proceso de la elaboración de la panela</i>	74
Figura 25. <i>Organigramas relación de espacios</i>	75
Figura 26. <i>Organigramas relación de espacios</i>	75
Figura 27. <i>Organograma línea de producción</i>	76
Figura 28. <i>Línea de producción</i>	77
Figura 29. <i>Rutas de evacuación</i>	78
Figura 30. <i>Esquema isométrico ruta de evacuación</i>	78
Figura 31. <i>Tipo de molino sugerido</i>	80
Figura 32. <i>Propuesta estructural</i>	81
Figura 33. <i>Tipo de cubierta</i>	82
Figura 34. <i>Vías de acceso al lote y linderos</i>	84
Figura 35. <i>Cuerpos de agua</i>	85
Figura 36. <i>Usos urbanos</i>	86
Figura 37. <i>Hitos</i>	87
Figura 38. <i>Ordenamiento sector rural</i>	88
Figura 39. <i>División politico administrativa sector rura</i>	90
Figura 40. <i>Localización trapiches</i>	90
Figura 41. <i>Actividades economicas</i>	91
Figura 42. <i>Densidad poblacional</i>	92
Figura 43. <i>Distribución territorial de la población pareña por géneros 1998</i>	92
Figura 44. <i>Representación de la hornilla en planta</i>	100
Figura 45. <i>Representación y detalle de la cámara de la hornilla</i>	101

Figura 46. Chimenea.....	101
---------------------------------	-----

Figura 47. <i>Válvula de tiro</i>	102
--	-----

Lista de apéndices

Apéndice A. *Lineamientos para la hornilla.....* 100

Apéndice B. *Cartilla Lineamientos generales para un centro de procesamiento y producción de panela*

Apéndice C. *Tipos de pailas a instalar para la hornilla*

Apéndice D. *Memorias descriptivas de la investigación*

Apéndice E. *Plano lineamientos generales para el centro de procesamiento y producción de panela*

Nota (véase en fuente externa)

Resumen

Durante el período colonial, la elaboración de la panela se estableció como una práctica artesanal arraigada en las tradiciones locales, desde entonces y hasta el comienzo del siglo XX. Sin embargo, con el paso del tiempo y los avances tecnológicos, en la producción de panela se ha experimentado un notable crecimiento en algunos sectores del país, destacándose la región conocida como la Hoya del Río Suárez a la cual pertenecen los municipios de Santana y San José de Pare, en los cuales se desarrolla esta investigación. El proceso de la elaboración de la panela implica una serie de etapas que van desde la extracción de los jugos de la caña de azúcar hasta el almacenamiento. Resulta importante considerar la implementación de mejoras de los trapiches, las condiciones espaciales y laborales para quienes allí desempeñen esta actividad, para ello se realiza esta investigación a partir del análisis normativo y para posteriormente conocer el proceso por medio de visitas de campo, para así poder diagnosticar y comparar las tipologías analizadas teniendo como resultado la información necesaria para generar los lineamientos generales básicos de un centro de procesamiento y producción de panela que pueda cumplir con las normativas sanitarias y técnicas pertinentes, garantizando así la inocuidad del producto final. Este proyecto busca hacer un aporte académico para que posteriormente pueda ser usado por empresas o microempresas. La implementación de estos lineamientos servirá para beneficio de los campesinos productores de caña panelera, a los trabajadores, y a los consumidores finales. Un proceso adecuado de producción, llevado a cabo en instalaciones que cumplen con estándares de calidad y seguridad, permitiría obtener un producto final con características óptimas para contribuir al desarrollo económico de la región.

Palabras clave: arquitectura industrial, panela, trapiche, hornilla, agroindustria

Abstract

During the colonial period, the production of panela was established as an artisanal practice rooted in local traditions, from then until the beginning of the twentieth century. However, with the passage of time and technological advances, panela production has experienced a remarkable growth in some sectors of the country, highlighting the region known as the Hoya del Río Suárez to which the municipalities of Santana and San José de Pare belong, where this research is developed. The process of making panela involves a series of stages ranging from the extraction of sugarcane juice to storage. It is important to consider the implementation of improvements in the mills, the spatial and working conditions for those who carry out this activity. For this purpose, this research is carried out based on the normative analysis and to subsequently learn about the process through field visits, in order to diagnose and compare the analyzed typologies, resulting in the necessary information to generate the basic general guidelines for a processing and production center of panela that can comply with the pertinent sanitary and technical regulations, thus guaranteeing the safety of the final product. This project seeks to make an academic contribution that can later be used by companies or microenterprises. These guidelines would benefit sugarcane farmers, workers, and final consumers. An adequate production process, carried out in facilities that meet quality and safety standards, would make it possible to obtain a final product with optimal characteristics to contribute to the economic development of the region.

Key words: industrial architecture, panela, Trapiche, kiln, agroindustry.

Glosario

Agroindustria: refiere a todas aquellas actividades que involucran producción, procesamiento, transformación y comercialización de productos agrícolas y ganaderos. Esto incluye no solo la agricultura y la ganadería en sí, sino también las industrias que agregan valor a los productos primarios como la manufactura de alimentos, la producción de biocombustibles, la fabricación de insumos agrícolas y más. (Castrillón,2024)

Artesanal: se refiere a los procesos de producción que implican la elaboración manual y cuidadosa de panela. En este contexto, la producción de panela implica técnicas tradicionales y habilidades especializadas.

Inocuidad: es la garantía de que los alimentos no causaran daños al consumidor cuando se preparen y consuman de acuerdo con el uso con el que se destinan. (Resolución 2474 de 2013. Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones)

Materia prima: son las sustancias naturales o artificiales, elaboradas o no, empleadas por la industria de alimentos para su utilización directa, fraccionamiento o conversión en alimentos para consumo humano. A pesar de que las materias primas pueden o no sufrir transformaciones tecnológicas, estas deben ser consideradas como alimento para consumo humano. (Resolución 2474 de 2013. Por la cual se reglamentó el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones)

Introducción

Colombia es el segundo productor mundial de panela después de la India, y a nivel nacional el cultivo de caña ocupa el segundo lugar en extensión, después del café (Osorio, 2007). Actualmente, se siembran unas 1.172.454 toneladas de caña de panela, con una participación del 2.8% en la siembra agroindustrial del país, es decir 234.519 hectáreas (ENA, 2019) La agroindustria de Colombia se desarrolla principalmente en la región Andina como estrategia de generación de ingresos para más de 70.000 familias campesinas, que responden a una significativa demanda nacional y a un consumo arraigado en los sectores urbanos y rurales del país (García, 2015). La producción de panela está muy dispersa en la geografía colombiana, destacándose por su importancia en Antioquia, Cundinamarca, Boyacá y Santander, según el SIPA.

La producción es realizada mediante la utilización de un conjunto de tecnologías productivas que cambian en el tiempo y se estructuran de acuerdo a unas características específicas de tipo geográfico, económico, social y político, cada una de las cuales contempla efectos diversos sobre la dimensión ambiental (Ahumada,2015), entendida ésta como el resultado de las interacciones ocurridas entre los ecosistemas y los sistemas sociales y que se relacionan a través de los flujos de energía y los ciclos de materia e información, de manera dinámica en el tiempo (Ángel, 2005).

Se lleva a cabo un proceso de investigación en el sector denominado como la Hoya del río Suarez, que involucra a los departamentos de Boyacá y Santander, directamente los municipios de San José de pare y Santana, teniendo en cuenta su trayectoria histórica en la producción de panela y la implementación de nuevos elementos tecnológicos orientados hacia una mayor producción, como lo han sido el mejoramiento de los molinos y las hornillas. El objetivo de esta investigación es hacer un aporte académico, para que posteriormente pueda ser usado por empresas o

microempresas como base para la ejecución de un Centro de procesamiento y producción de panela. Para esto se analizan tres trapiches paneleros existentes en condiciones diferentes para obtener datos, poder desarrollar y encontrar soluciones por medio de matrices de correlación y DOFA, así como diagramas de flujo y análisis de la línea de producción. Obteniendo información para relacionar los espacios actuales y zonas que lo conforman, con la normativa vigente, factores técnicos y sanitarios exigidos por Fedepanela, Agrosavia y el Instituto Colombiano agropecuario con los que se debería cumplir. Esto nos permitirá detectar fallas y aportes positivos de dichos objetos de estudio, para identificar falencias y mejoras en la infraestructura, manejo de personal, áreas complementarias al trapiche y así poder proponer los espacios adecuados que cumplan con las necesidades del productor y del operario.

De modo que la propuesta busca de aportar unos lineamientos generales para diseño de un centro de procesamiento y producción de panela, ya que, si bien es innegable los trapiches paneleros, han experimentado notables avances a lo largo del tiempo, en términos de regulaciones legales, normativas sanitarias y ambientales, así como en la incorporación de tecnologías y la mejora de la infraestructura.

El presente documento se compone de una primera parte que contiene el problema, una justificación y los objetivos del proyecto orientando la dirección de este. Posteriormente se identifica el marco referencial con el que aparece el marco teórico teniendo en cuenta las teorías que sustentan el proyecto como lo es la tecnificación, trapiche, procesos industriales entre otros. Adicionalmente el marco normativo en el cual se expone el análisis para poder identificar y garantizar la salubridad en el proceso de transformación de la materia prima, la seguridad de los trabajadores, estableciendo criterios de diseño para la mejora de su actividad.

Finalmente se encuentra el desarrollo de la metodología, en la cual inicia con un análisis normativo y concluye con una propuesta de lineamientos generales para el centro de producción de panela. Se realiza un análisis del sector, de la influencia de la panela en Colombia, y de los datos obtenidos de las matrices y diagramas de flujo integrando aspectos técnicos y funcionales para una producción de panela eficiente y segura. Esto a partir de los proyectos estratégicos del análisis de la matriz DOFA y de correlación. Proponiendo una zonificación, programa arquitectónico que tome en cuenta el flujo de materiales y productos, áreas de almacenamiento, zonas de trabajo, y espacios adecuados para los trabajadores. Se prioriza la implementación de medidas de seguridad para mejorar las condiciones laborales y un entorno seguro.

1. Lineamientos generales para un centro de producción de panela (trapiche) a partir del análisis y diagnóstico técnico de tres tipologías de trapiches ubicados en los municipios de Santana y San José de Pare, en los departamentos de Santander y Boyacá

1.1 Problema de investigación

La agroindustria panelera emplea al 12.8% de la población rural económicamente activa, cerca de 400.000 personas en 20.000 hornillas paneleras distribuidas en todo el territorio nacional; con una participación del 6.7% del PIB agrícola del país es el segundo generador de empleo después del café (Corpoica,1997). Pese a la gran importancia de este sector, no ha sido razón suficiente para dar solución a la gran cantidad de problemas con las que se cuenta.

La Hoya del río Suárez, es una zona conocida por la producción de panela a nivel Nacional, debido a que se encuentra ubicada sobre la cordillera Oriental Andina, entre los departamentos de Boyacá y Santander. Los mayores rendimientos se alcanzan en la región de la Hoya del río Suárez, puesto que allí se ha logrado el mayor desarrollo tecnológico, tanto en el cultivo como en el procesamiento de la caña panelera (Osorio,2007)

Sin embargo, en los municipios de San José de Pare y Santana no todos los trapiches cuentan con el desarrollo tecnológico para mejorar el proceso de extracción de la caña panelera, producción de la panela, sin abandonar el trabajo del operario que cuenten con espacios adecuados y seguros, para desarrollar sus actividades. Por lo tanto, se proponen lineamientos generales para el diseño e implantación de un centro de procesamiento y producción de panela que cumpla con los requerimientos de espacio y normativa necesaria.

1.2 Justificación

Partiendo de lo expuesto en el apartado anterior con este proyecto se realiza un aporte académico por medio de la investigación y análisis comparativo de tres trapiches paneleros ubicados en San José de Pare y Santana. Que por medio de vistas de campo se conocerá el proceso y se hará la confrontación de la normativa con la realidad para así obtener los datos necesarios y compararlos a través de matrices de correlación y DOFA obteniendo datos de los modelos actuales e identificar características positivas y negativas, así como también requerimientos que se tengan en la producción de la panela, mejorar y proponer espacios adecuados que se acoplen a las necesidades del usuario y de la producción. Presentando lineamientos generales de diseño para un centro de procesamiento y producción de panela, que cuenta con una zonificación y programa arquitectónico general básico, para que posteriormente pueda ser usado y replicarse en los sectores paneleros mejorando los espacios de producción y ambientes sanitarios en dichos procesos de decantación de la caña, en cumplimiento con las normas y las exigencias dadas por organizaciones que las reglamenta.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Establecer lineamientos generales para el diseño de un centro de procesamiento y producción de panela a partir del análisis y diagnóstico técnico de tres trapiches ubicados en el sector de la hoya del río Suárez específicamente en los municipios de Santana y San José de Pare, entre los departamentos de Boyacá y Santander

1.3.2 Objetivos específicos

Revisar normativa que abarca condiciones sanitarias y requisitos para procesamiento, almacenamiento y distribución de panela, teniendo en cuenta aspectos básicos como lo es la localización y accesos, hasta aspectos técnicos referentes a acabados, con el propósito de identificar diferencias entre la normativa y la práctica real.

Realizar visitas de campo en los municipios de San José de Pare y Santana, con el fin de constatar el proceso y funcionamiento de la producción de panela en los trapiches. Identificando tres tipologías caracterizadas por su tipo de hornilla que permitan confrontar la aplicación o no de la normativa en términos de proceso, almacenamiento y producción, reconociendo aspectos positivos y negativos de la producción de panela.

Analizar y diagnosticar aspectos técnicos de las tipologías referentes a partir de los componentes territoriales, funcionales, formales y técnicos, para establecer lineamientos de diseño espacial en la propuesta de esquema de organización de un centro de producción de panela (trapiche)

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 Importancia de aplicación y cumplimiento de normativas en un trapiche panelero tradicional

Se proponen lineamientos para un centro de procesamiento y producción de panela de manera que funcione como punto de referencia para así mejorar los niveles de competitividad y

los estándares de calidad en la producción de panela, esto llevado a cabo teniendo en cuenta estándares sanitarios y de inocuidad establecidos en las resoluciones *Normatividad Sanitaria* resolución 779 de 2006, Requisitos sanitarios para procesamiento, almacenamiento y distribución resolución 2674 de 2013, y entes reguladores ICA, agrosavia, fedepanela y, así favorecer el funcionamiento de asociaciones, cooperativas productoras y familias campesinas” (S/f, 2018).

Al no llevarse a cabo la aplicación y cumplimiento de las normativas sanitarias que establecen estándares y regulaciones para garantizar que los productos alimenticios cumplan con criterios de seguridad y calidad protegiendo la salud de la población, y de igual forma los requerimientos de las diferentes fuentes legales o gubernamentales que regulan el desarrollo de la industria panelera, su incumplimiento ocasionan consecuencias directas a la comunidad dedicada a la tradición panelera, como limitar la participación en grandes mercados formales, propiciándose escenarios de pérdida financiera, desempleo en la región, bajas condiciones de sanidad e inocuidad en la producción, así mismo, al no evidenciarse que los trapiches utilizan construcciones adecuadas, con los debidos espacios requeridos, la eficiencia en el manejo de los flujos del proceso, deterioro y bajo nivel de funcionalidad en términos espaciales, trae consigo que se genere un alto riesgo de salud pública, un espacio carente de confort climático y que no se priorice la calidad e inocuidad del alimento.

Tras analizar la situación descrita la propuesta implementará una infraestructura adecuada para la fabricación de la panela, con espacios que cuenten con criterios de funcionalidad, seguridad, confort para los trabajadores y usuarios, haciendo uso y cumplimiento de la normativa establecida por los diferentes entes reguladores mencionados en el transcurso de la investigación. Esto se logrará a partir de la implementación de herramientas de investigación que paso a paso nos permitirán identificar las diferentes debilidades y fortalezas de los sujetos de estudio a analizar, la

primera herramienta es la matriz de correlación que según (Ortega, 2023) se define como “Una matriz de correlación es una herramienta estadística que muestra la intensidad y la dirección de la relación entre dos o más variables, ayuda a entender cómo se relacionan entre sí distintas cosas, es una poderosa herramienta para resumir un gran conjunto de datos y encontrar y mostrar patrones en ellos.” Otra de las herramientas es la matriz DOFA la cual “también conocida como FODA, es una herramienta estratégica fundamental para analizar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que enfrenta una organización. Este análisis profundo provee percepciones cruciales para la toma de decisiones efectiva, permitiendo a empresas y individuos maximizar sus fortalezas y abordar áreas de mejora.” (Pineda, 2024) permitiendo comprender en qué áreas es necesario realizar ajustes o modificaciones funcionales y espaciales para cumplir con el marco normativo y cumplir con los distintos objetivos y propuestas de este documento.

2.2 Marco conceptual

Para el desarrollo de este trabajo se deben considerar algunos conceptos básicos relacionados con el tema a investigar que permitan su interpretación. Por estar asociados a esta investigación, el primer concepto es el de tecnificación, el cual es definido por Prieto, (2018) como:

La tecnificación como el proceso en el cual se introducen procedimientos con uso tecnológico que no se manejaban dentro de la producción, se generará a partir del uso de dicha tecnificación mayor eficiencia en los procesos, para el caso del área agropecuaria el uso de tecnologías se enfatizará en los cultivos donde se efectúa la mayor capacidad de los factores de producción. Bien se sabe que las herramientas tecnológicas son necesarias e indispensables para la producción de bienes y servicios, enfatizadas a lograr coordinar y controlar la mayoría de los sistemas, sean abiertos o cerrados, y algunos mecanismos dados en medio de las interacciones de

los mercados, sociedades, comunidades, economías y personas, gracias a la orientación, planeación y organización que prestan dichas herramientas usadas en el proceso de tecnificación. (p. 12)

De igual forma, al analizar los trapiches existentes y determinar características funcionales que podamos usar y las que también se puedan mejorar se tiene en cuenta la definición de proceso industrial, que se define por la Escuela de postgrado industrial (S y S, 2022) como:

Los procesos industriales son una serie sistemática de operaciones mecánicas, físicas, eléctricas o químicas. Estos pasos ayudan a fabricar un artículo que se lleva a cabo, generalmente, a gran escala. Dicho de otra manera, se encargan de utilizar materia prima obtenida de distintos recursos naturales y emplearla para fabricar un producto en masa. Este tipo de procesos industriales son muy relevantes para la economía de toda la población. Pues, prácticamente el 90% de los bienes que se consideran imprescindibles en nuestro día a día, no existirían. Además, abaratan y hacen más asequible económicamente los bienes de consumo. En definitiva, permiten hacer más fácil la vida del consumidor final y simplifican los procesos de producción.

En vista de lo anterior, se proponen lineamientos de diseño para el centro de producción de panela (trapiche), para el que se debe definir el concepto la secretaria distrital de planeación lo enuncia así:

Los lineamientos son indicaciones específicas que son aplicables a diferentes escalas, desde la inserción del proyecto en el lote, pasando por las soluciones espaciales. A pesar de su especificidad, se plantean de una manera tal que no se conviertan en camisas de fuerza para los diseñadores y sean unos lineamientos base para su direccionamiento y elaboración de esquemas básicos futuros.

En el proceso que se lleva a cabo en el trapiche la clasificación de las hornillas y algunos elementos importantes del proceso. Así pues, el trapiche se define como:

Trapiche Panelero establecimiento donde se extrae y evapora el jugo de la caña de azúcar y se elabora la panela (Resolución 779 de 2006).

Teniendo en cuenta las actividades que se desarrollan en el proceso de la producción de la panela, la primera fase después de recibir la materia prima es la extracción del jugo de la caña el cual se obtiene por medio de un *molino* que se define por la Corporación colombiana de investigación (Sandoval, 1996) como:

Se describen y clasifican los molinos paneleros utilizados en el país, las fuentes de energía empleadas y las partes de que constan. Se señalan los parámetros de rendimiento de los molinos, su capacidad, extracción y potencia requerida, así como el rendimiento en panela, con base en el brix y la cantidad de cachaza producida. Se indican los factores que influyen en el desempeño de los molinos paneleros como son: el tamaño, la velocidad, las aberturas de entrada y salida, el contenido de fibra de la caña, el ranurado de mazas y el factor humano. Se dan instrucciones sobre el montaje del molino panelero, su mantenimiento y la selección de los equipos de molienda. (p.)

Finalmente, durante el proceso es importante tener en cuenta la hornilla, la cual se define por (Bernal y Cortés, s.f) como

El horno usado en la elaboración de la panela, generalmente llamado hornilla panelera, es el implemento del trapiche encargado de transformar la energía del bagazo en energía calórica, para evaporar el agua contenida por los jugos extraídos de la caña hasta lograr el producto formar la panela. (p. 1)

Según (Sandoval, 1996), se clasifican los tipos de hornillas de la siguiente manera:

Existen diferentes tipos de hornillas, de acuerdo con la forma, el número y el tamaño de las pailas. Pero la diferencia básica radica en la dirección de los jugos con relación a la dirección del flujo de los gases de la combustión.

Según lo anterior, se tienen hornillas de flujo paralelo, contraflujo y combinado. En las de flujo paralelo los jugos avanzan en el mismo sentido que los gases. Este tipo de hornillas predomina en las zonas paneleras de Nariño, Antioquia, Caldas y Risaralda.

En las hornillas en contraflujo los jugos llevan dirección contraria a los gases. El jugo se recibe en la paila cercana a la chimenea y la panela se puntea cerca de la cámara de combustión. Existen algunas de estas hornillas en zonas de Santander y Cundinamarca.

La mayor parte de las hornillas del país funcionan bajo el sistema de flujo combinado; es decir, inicialmente los jugos siguen la dirección opuesta al flujo de los gases y luego se mueven en el mismo sentido. Estas hornillas se encuentran principalmente en la Hoya del río Suárez y Cundinamarca.

2.3 Marco legal

Se tienen en cuenta las diferentes fuentes legales o gubernamentales que regulan el desarrollo de la industria panelera, por lo tanto, se abarca la norma que nos permita comprender el marco legal que abarca éste, conociendo las exigencias y desarrollo de lo que contiene en su totalidad el procesamiento y producción panelera, como lo son:

Instituto Colombiano agropecuario: el ICA diseña y ejecuta estrategias para, prevenir, controlar y reducir riesgos sanitarios, biológicos y químicos para las especies animales y vegetales, que puedan afectar la producción agropecuaria, forestal, pesquera y acuícola de Colombia.

Debido a que nos guía bajo la normativa que previene y controla cualquier tipo de riesgo sanitario y biológico en los distintos tipos de producciones, en este caso agrícola.

Agrosavia: corporación colombiana de investigación agropecuaria

La usamos porque nos da a conocer los avances en el cultivo de caña y la elaboración de la panela.

Fedepanela: federación de paneleros de Colombia. Cuál es la representación de los productores paneleros del País.

Tabla 1. Normativa sanitaria necesaria para el diseño de trapiche

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
<i>Normatividad sanitaria resolución 779 de 2006</i>	<i>Artículo 9°. Condiciones sanitarias de los trapiches</i>	<i>Sanitaria</i>
		Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano y se dictan otras disposiciones.
		<i>Instalaciones físicas</i>
		Estar ubicados en lugares alejados de focos de contaminación
		Los alrededores deben estar libres de residuos sólidos y aguas residuales
		Estar separados de cualquier tipo de vivienda
		No se permite la presencia de animales y personas diferentes a los operarios en las áreas de producción
		Delimitación física entre las áreas de recepción, producción, almacenamiento y servicios sanitarios
		Su funcionamiento no debe poner en riesgo la salud y bienestar de la comunidad
		Los alrededores de los trapiches paneleros no deben presentar malezas, ni objetos o materiales en desuso
		<i>Instalaciones sanitarias</i>
		El trapiche debe disponer de servicios sanitarios en cantidad suficiente, dotados, en buenas condiciones y deben estar conectados a un sistema de disposición de residuos
		<i>Personal manipulador</i>

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
		Los operarios deben tener uniformes limpios y en buen estado
		Lavarse las manos con agua y jabón, las uñas cortas, limpias y sin esmalte
		No usar joyas, ni comer, ni fumar o beber en las áreas de proceso
		Todas las personas que realizan actividades de manipulación de la panela, deben tener capacitación en prácticas higiénicas de manipulación de alimentos
		<i>Saneamiento</i>
		El agua que se utilice debe ser de calidad potable o fácil de higienizar
		Debe disponer de un tanque o depósito con tapa para almacenamiento de agua de capacidad suficiente para atender como mínimo las necesidades correspondientes a un día de producción, protegido de focos de contaminación, el cual se debe limpiar y desinfectar periódicamente
		<i>Disposición de residuos sólidos</i>
		Los residuos sólidos deben ser removidos con la frecuencia necesaria para evitar la generación de malos olores, molestias sanitarias y la contaminación tanto del producto como de las superficies locativas
		El establecimiento debe contar con recipientes para la recolección y almacenamiento de los residuos sólidos
		<i>Control de plagas</i>
		Tener e implementar un programa escrito de procedimientos para el control integral de plagas y roedores, bajo la orientación de la autoridad sanitaria
		Los productos utilizados para el control de plagas y roedores deben estar claramente rotulados y no deben almacenarse en el trapiche
		<i>Limpieza y desinfección</i>
		Tener e implementar un programa de limpieza y desinfección de las diferentes áreas, equipos y utensilios que incluyan concentraciones, modo de preparación y empleo, orientados por la autoridad sanitaria
		<i>Condiciones del proceso de fabricación</i>
		La distribución de planta debe tener un flujo secuencial del proceso de elaboración con el propósito de prevenir la contaminación cruzada

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
		<i>Sala de proceso</i>
		Las paredes deben estar limpias y en buen estado
		Los pisos de la sala de producción deben ser lavables, de fácil limpieza y desinfección, no porosos, no absorbentes, sin grietas o perforaciones. Los sifones deben tener rejillas adecuadas
		El techo debe estar en buen estado y ser de fácil limpieza
		Las áreas deben tener iluminación y ventilación adecuada
		<i>Envase y embalaje</i>
		El envasado se debe realizar en espacios que cuenten con buenas condiciones higiénico-sanitarias para evitar la contaminación de la panela
		<i>Almacenamiento</i>
		Se debe hacer ordenadamente en pilas o sobre estibas, con adecuada separación entre las paredes y el piso que no permita la contaminación de estos
		El almacenamiento se debe realizar en condiciones adecuadas de temperatura, humedad y circulación del aire
		<i>Salud ocupacional</i>
		El establecimiento debe disponer de un botiquín con la dotación adecuada
		El personal debe disponer de implementos de dotación personal que cumplan con la reglamentación de seguridad industrial
		Las áreas de riesgo deben estar claramente identificadas

Tabla 2. Requisitos sanitarios necesarios para la construcción del procesamiento, almacenamiento y distribución

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
<i>Requisitos sanitarios para procesamiento, almacenamiento y distribución resolución 2674 de 2013</i>	<i>Artículo 6. Condiciones generales</i>	Establece que los alimentos que se fabriquen envasen o importen para su comercialización en el territorio nacional, requerirán de notificación sanitaria, permiso o registro sanitarios, según el riesgo de estos productos en salud pública, de conformidad con la reglamentación que expida el Ministerio de Salud y Protección Social

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
		<u><i>Localización y accesos</i></u>
		1.1. Estarán ubicados en lugares aislados de cualquier foco de insalubridad que represente riesgos potenciales para la contaminación del alimento
		1.3. Sus accesos y alrededores se mantendrán limpios, libres de acumulación de basuras y deberán tener superficies pavimentadas o recubiertas con materiales que faciliten el mantenimiento sanitario e impidan la generación de polvo, el estancamiento de aguas o fuentes de contaminación para el alimento
		<u><i>Diseño y construcción</i></u>
		2.1. La edificación debe estar diseñada y construida de manera que proteja los ambientes de producción e impida la entrada de polvo, lluvia, suciedades u otros contaminantes, así como del ingreso y refugio de plagas y animales domésticos
		2.2. Poseer una adecuada separación física de aquellas áreas donde se realizan operaciones de producción susceptibles de ser contaminadas por otras operaciones o medios de contaminación presentes en las áreas adyacentes
		2.3. Los diversos ambientes de la edificación deben tener el tamaño adecuado para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos, así como para la circulación del personal y el traslado de materiales o productos. Estos ambientes deben estar ubicados según la secuencia lógica del proceso, desde la recepción de los insumos hasta el despacho del producto terminado, de tal manera que se eviten retrasos indebidos y la contaminación cruzada. De ser requerido, tales ambientes deben dotarse de las condiciones de temperatura, humedad u otras necesarias para la ejecución higiénica de las operaciones de producción y/o para la conservación del alimento
		2.4. La edificación y sus instalaciones deben estar construidas de manera que se faciliten las operaciones de limpieza, desinfección y control de

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
		plagas según lo establecido en el plan de saneamiento del establecimiento 2.5. El tamaño de los almacenes o depósitos debe estar en proporción a los volúmenes de insumos y de productos terminados manejados por el establecimiento, disponiendo además de espacios libres para la circulación del personal, el traslado de materiales o productos y para realizar la limpieza y el mantenimiento de las áreas respectivas 2.6. Sus áreas deben ser independientes y separadas físicamente de cualquier tipo de vivienda y no pueden ser utilizadas como dormitorio. 2.7. No se permite la presencia de animales en los establecimientos, específicamente en las áreas destinadas a la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento y expendio. 2.8. En los establecimientos que lo requieran, especialmente las fábricas, procesadoras y envasadoras de alimentos, se debe contar con un área adecuada para el consumo de alimentos y descanso del personal que labora en el establecimiento. <i>Abastecimiento de agua</i> 3.1. El agua que se utilice debe ser de calidad potable y cumplir con las normas vigentes establecidas por el Ministerio de Salud y Protección Social 3.2. Se debe disponer de agua potable a la temperatura y presión requeridas en las diferentes actividades que se realizan en el establecimiento, así como para una limpieza y desinfección efectiva. <i>Disposición de residuos líquidos</i> 4.1. Dispondrá de sistemas sanitarios adecuados para la recolección, tratamiento y la disposición de aguas residuales, el manejo de los residuos líquidos no debe contaminar el alimento o superficies en contacto con éste <i>Disposición de residuos sólidos</i>

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
		5.3. El establecimiento debe estar dotado de un sistema de recolección y almacenamiento de residuos sólidos que impida el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras plagas, el cual debe cumplir con las normas sanitarias vigentes.
		5.4. Cuando se generen residuos orgánicos de fácil descomposición y no se disponga de un mecanismo adecuado de evacuación periódica se debe disponer de cuartos refrigerados para el manejo previo a su disposición final
		<i>Instalaciones sanitarias</i>
		6.1. Deben disponer de instalaciones sanitarias en cantidad suficiente tales como servicios sanitarios y vestidor, independientes para hombres y mujeres, separados de las áreas de elaboración. Para el caso de microempresas que tienen un reducido número de operarios (no más de 6 operarios), se podrá disponer de un baño para el servicio de hombres y mujeres.
		6.3. Se deben instalar lavamanos con grifos de accionamiento no manual dotados con dispensador de jabón desinfectante, implementos desechables o equipos automáticos para el secado de manos, en las áreas de elaboración o próximos a éstas para la higiene del personal que participe en la manipulación de los alimentos y para facilitar la supervisión de estas prácticas. Estas áreas deben ser de uso exclusivo para este propósito
		<i>Pisos y drenajes</i>
	<i>Artículo 7. Condiciones específicas de las áreas de elaboración</i>	1.2. El piso de las áreas húmedas de elaboración debe tener una pendiente mínima de 2% y al menos un drenaje de 10 cm de diámetro por cada 40 m ² de área servida; mientras que en las áreas de baja humedad ambiental y en los almacenes, la pendiente mínima será del 1% hacia los drenajes, se requiere de al menos un drenaje por cada 90 m ² de área servida. Los pisos de las cavas o cuartos fríos de refrigeración o congelación deben tener

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
		pendiente hacia drenajes ubicados preferiblemente en su parte exterior.
		1.3. Cuando el drenaje de las cavas o cuartos fríos de refrigeración o congelación se encuentren en el interior de los mismos, se debe disponer de un mecanismo que garantice el sellamiento total del drenaje, el cual puede ser removido para propósitos de limpieza y desinfección
		1.4. El sistema de tuberías y drenajes para la conducción y recolección de las aguas residuales debe tener la capacidad y la pendiente requeridas para permitir una salida rápida y efectiva de los volúmenes máximos generados por el establecimiento. Los drenajes de piso deben tener la debida protección con rejillas y si se requieren trampas adecuadas para grasas y/o sólidos, deben estar diseñadas de forma que permitan su limpieza
		<i>Paredes</i>
		2.1. En las áreas de elaboración y envasado, las paredes deben ser de materiales resistentes, colores claros, impermeables, no absorbentes y de fácil limpieza y desinfección. Además, según el tipo de proceso hasta una altura adecuada, las mismas deben poseer acabado liso y sin grietas, pueden recubrirse con pinturas plásticas de colores claros que reúnan los requisitos antes indicados
		2.2. Las uniones entre las paredes y entre éstas y los pisos, deben estar selladas y tener forma redondeada para impedir la acumulación de suciedad y facilitar la limpieza y desinfección
		<i>Techos</i>
		3.1. Los techos deben estar diseñados y contruidos de manera que se evite la acumulación de suciedad, la condensación, la formación de hongos y levaduras, el desprendimiento superficial y además facilitar la limpieza y el mantenimiento.
		3.2. En lo posible, no se debe permitir el uso de techos falsos o dobles techos, a menos que se construyan con materiales impermeables,

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
		resistentes, lisos, de fácil limpieza y con accesibilidad a la cámara superior para realizar la limpieza, desinfección y des infestación.
		<u>Ventanas y otras aberturas</u>
		4.1. Las ventanas y otras aberturas en las paredes deben construirse de manera tal que se evite la entrada y acumulación de polvo, suciedades, al igual que el ingreso de plagas y facilitar la limpieza y desinfección.
		4.2. Las ventanas que se comuniquen con el ambiente exterior deben estar diseñadas de tal manera que se evite el ingreso de plagas y otros contaminantes, y estar provistas con malla anti-insecto de fácil limpieza y buena conservación que sean resistentes a la limpieza y la manipulación. Los vidrios de las ventanas ubicadas en áreas de proceso deben tener protección para evitar contaminación en caso de ruptura
		<u>Puertas</u>
		5.1. Las puertas deben tener superficie lisa, no absorbente, deben ser resistentes y de suficiente amplitud; donde se precise, tendrán dispositivos de cierre automático y ajuste hermético. Las aberturas entre las puertas exteriores y los pisos, y entre éstas y las paredes deben ser de tal manera que se evite el ingreso de plagas
		5.2. No deben existir puertas de acceso directo desde el exterior a las áreas de elaboración; cuando sea necesario debe utilizarse una puerta de doble servicio. Todas las puertas de las áreas de elaboración deben ser, en lo posible, auto cerrables para mantener las condiciones atmosféricas diferenciales deseadas
		<u>Escaleras, elevadores y estructuras complementarias (rampas, plataformas)</u>
		6.1. Éstas deben ubicarse y construirse de manera que no causen contaminación al alimento o dificulten el flujo regular del proceso y la limpieza de la planta.
		6.2. Las estructuras elevadas y los accesorios deben aislarse en donde sea requerido, estar

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
		diseñadas y con un acabado para prevenir la acumulación de suciedad, minimizar la condensación, el desarrollo de hongos y el desprendimiento superficial. 6.3. Las instalaciones eléctricas, mecánicas y de prevención de incendios deben estar diseñadas y con un acabado de manera que impidan la acumulación de suciedades y el albergue de plagas <i>Iluminación</i> 7.1. El establecimiento tendrá una adecuada y suficiente iluminación natural o artificial, se obtendrá por medio de ventanas, claraboyas, y lámparas 7.3. Las lámparas, accesorios y otros medios de iluminación del establecimiento deben ser del tipo de seguridad y estar protegidos para evitar la contaminación en caso de ruptura <i>Ventilación</i> 8.1. Las áreas de elaboración poseerán sistemas de ventilación directa o indirecta, los cuales no deben crear condiciones que contribuyan a la contaminación de estas o a la incomodidad del personal. La ventilación debe ser adecuada para prevenir la condensación del vapor, polvo y facilitar la remoción del calor. Las aberturas para circulación del aire estarán protegidas con mallas anti-insectos de material no corrosivo y serán fácilmente removibles para su limpieza y reparación 8.2. Los sistemas de ventilación deben filtrar el aire y proyectarse y construirse de manera que el aire no fluya nunca de zonas contaminadas a zonas limpias, y de forma que se les realice limpieza y mantenimiento periódico 4. Todas las superficies de contacto con el alimento deben ser fácilmente accesibles o desmontables para la limpieza, desinfección e inspección. 5. Los ángulos internos de las superficies de contacto con el alimento deben poseer una
	Artículo 9. Condiciones específicas.	

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
		curvatura continua y suave, que puedan limpiarse con facilidad
		10. Las mesas y mesones empleados en el manejo de alimentos deben tener superficies lisas, con bordes sin aristas y estar construidas con materiales resistentes, impermeables y de fácil limpieza y desinfección
	<i>Artículo 10. Condiciones de instalación y funcionamiento.</i>	1. Los equipos deben estar instalados y ubicados según la secuencia lógica del proceso tecnológico, desde la recepción de las materias primas y demás ingredientes, hasta el envasado y embalaje del producto terminado. 2. La distancia entre los equipos y las paredes perimetrales, columnas u otros elementos de la edificación, debe ser tal que les permita funcionar adecuadamente y facilite el acceso para la inspección, mantenimiento, limpieza y desinfección
	<i>Artículo 11. Estado de salud.</i>	1. Contar con una certificación médica en el cual conste la aptitud o no para la manipulación de alimentos. La empresa debe practicar un reconocimiento médico, por lo menos una vez al año 2. Debe hacerse examen médico cada vez que se considere necesario por razones clínicas y epidemiológicas, especialmente después de una ausencia del trabajador, evitar infecciones que dejen secuelas capaces de provocar contaminación de los alimentos que se manipulen.
	<i>Artículo 14. Prácticas higiénicas y medidas de protección.</i>	2. Usar vestimenta de trabajo que cumpla con lo siguiente: de color claro que permita visualizar fácilmente su limpieza; con cierres o cremalleras y/o broches en lugar de botones u otros accesorios que puedan caer en el alimento; sin bolsillos ubicados por encima de la cintura; cuando se utiliza delantal, éste debe permanecer atado al cuerpo 5. Mantener el cabello recogido y cubierto totalmente mediante malla, en caso de llevar barba, se debe usar cubiertas para estas. No usar maquillaje

<i>Tipo de norma, número, fecha y título</i>	<i>Artículos relevantes</i>	<i>¿Qué establece?</i>
		6. 7.8. Mantener uñas cortas y sin esmalte, no usar reloj, ni joyas, usar calzado cerrado e impermeable.
		11.12.13.14. No está permitido consumir ningún alimento ni fumar en áreas de manipulación de alimentos, el personal que presente afecciones en la piel debe ser excluido, los manipuladores no deben sentarse ni acostarse en el pasto, andenes o lugares donde la ropa pueda contaminarse
	<i>Artículo 16. Materias primas e insumos</i>	7.Los depósitos de materias primas y productos terminados ocuparán espacios independientes, salvo en aquellos casos en que a juicio de la autoridad sanitaria competente no se presenten <u>peligros de contaminación para los alimentos</u>
	<i>Artículo 23. Laboratorios.</i>	8. Las zonas donde se reciban o almacenen materias primas estarán separadas de las que se destinan a elaboración o envasado del producto final. Se debe tener acceso a un laboratorio de pruebas y ensayos, propio o externo.
	<i>Artículo 24. Obligatoriedad de profesional o personal técnico.</i>	Deben contar con los servicios de personal técnico idóneo en las áreas de producción y control de calidad de alimentos, quien debe tener a cargo el programa de capacitación del personal manipulador de alimentos
	<i>Artículo 28. Almacenamiento.</i>	1. Debe llevarse control de entradas y salidas con el fin de garantizar la rotación de los productos. 2. El almacenamiento de productos requiere refrigeración o congelación se realizará teniendo en cuenta las condiciones de temperatura, humedad y circulación de aire. La temperatura de congelación debe ser -18°C o menor

3. Metodología

Para proponer el diseño los lineamientos para el centro de procesamiento y producción de panela (trapiche), que cumpla con toda la normativa sanitaria, legal y técnica, es necesario llevar

a cabo un análisis detallado de la normativa y un análisis técnico de las tres tipologías de trapiches existentes, ubicadas en el municipio de San José de Pare y Santana, en las siguientes fases:

Fase 1. Identificación de normativa y regulaciones: se identifican las normativas, regulaciones y leyes relevantes que se aplican a la construcción y operación de un trapiche, incluyendo normas de seguridad alimentaria, sanitaria, ambiental u otro marco normativo significativo.

Fase 2. Análisis de normativa: se analizan las normativas establecidas en la fase 1 para comprender e identificar el marco normativo aplicable relacionado con la actividad de producción de la panela y sus instalaciones. Es importante destacar que este análisis no solo se centra en cumplir normativas de manera formal, sino de comprender la lógica detrás de estas regulaciones para poder emplearse de manera efectiva en los lineamientos generales diseño e implantación del centro de procesamiento y producción de panela

Fase 3. Evaluación del cumplimiento normativo: se elabora una lista de verificación que abarca el marco normativo legal, aspectos técnicos, requisitos sanitarios y cualquier otra consideración necesaria con la cual se requiera cumplir. Además, se desarrollará una encuesta dirigida al personal de trabajo que nos permita obtener información respecto líneas de trabajo, estrés laboral entre otros factores que puedan ser mejorados en la propuesta.

Fase 4. Visita de campo: por medio de una visita, se realizará un análisis técnico de las tipologías de trapiches. Esto implica evaluar su diseño, tamaño, funcionamiento y cualquier otro aspecto técnico relevante, considerando la capacidad de producción, eficiencia y seguridad de las operaciones, recopilando material fotográfico, encuestas y la lista de chequeo de la fase anterior.

Fase 5 Análisis y diagnostico técnico de las tipologías de plantas de producción de panela: por medio de una matriz de correlación, se realiza la comparación de los resultados técnicos de las

tres tipologías de las plantas de producción de panela con los requisitos del marco normativo y la identificación de proyectos estratégicos de solución a través de la matriz DOFA que identifica debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas en relación con las regulaciones, permitiendo comprender en qué áreas es necesario realizar ajustes o modificaciones funcionales y espaciales para cumplir con el marco normativo

Fase 6 Lineamientos: en esta etapa se busca integrar los aspectos técnicos y funcionales requeridos para la producción de la panela de manera eficiente y segura, de acuerdo a los proyectos estratégicos identificados por la DOFA y por la matriz de correlación, planteando una zonificación de espacios y un programa arquitectónico, teniendo en cuenta el flujo de materiales y productos, las áreas de almacenamiento, zonas de trabajo, espacios adecuados para los trabajadores y la implementación de medidas de seguridad para así proponer los lineamientos adecuados para que el centro de procesamiento y producción de panela cumpla de manera óptima con lo requerido.

4. Análisis

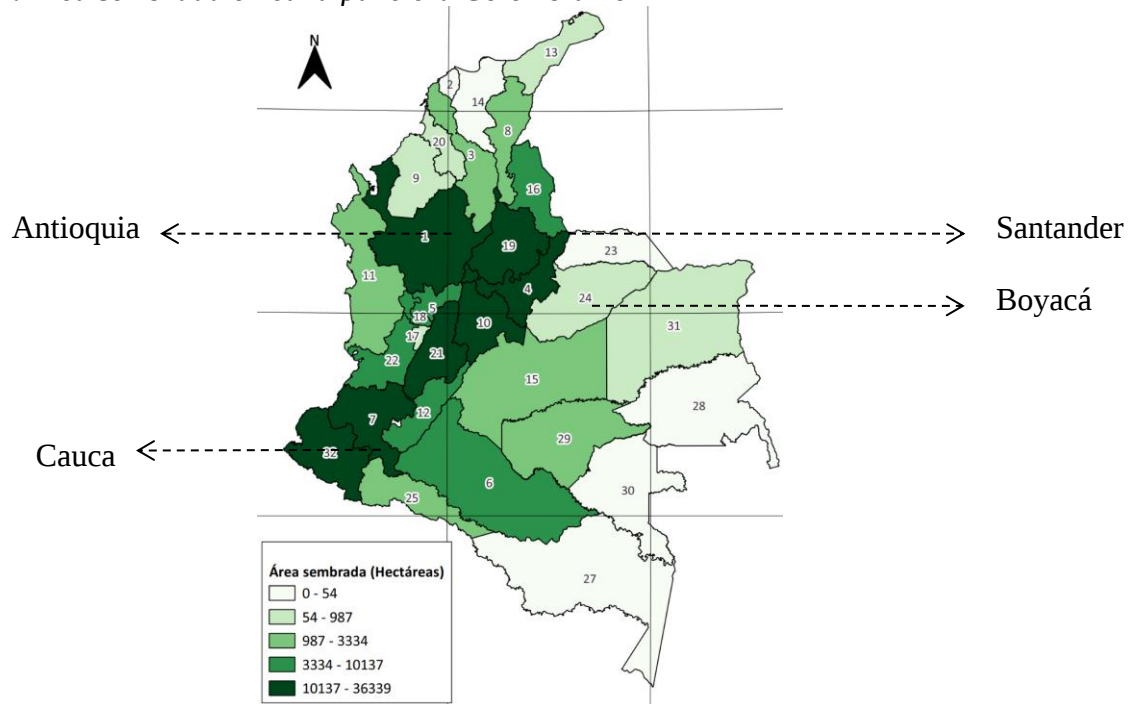
4.1 Análisis de la producción de panela en Colombia

El sector panelero es la segunda agroindustria en importancia social del país después del café. De acuerdo con cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en Colombia existen alrededor de 350.000 familias dedicadas a esta labor, lo que representa cerca de 278.000 empleos directos.

La caña destinada a la panela se cultiva en 29 departamentos siendo los más importantes Boyacá, Santander, Cundinamarca, Cauca y Antioquia. El 99% de cultivo se destina al consumo interno, mientras el 1% es para exportación. En los departamentos de Boyacá y Santander hay

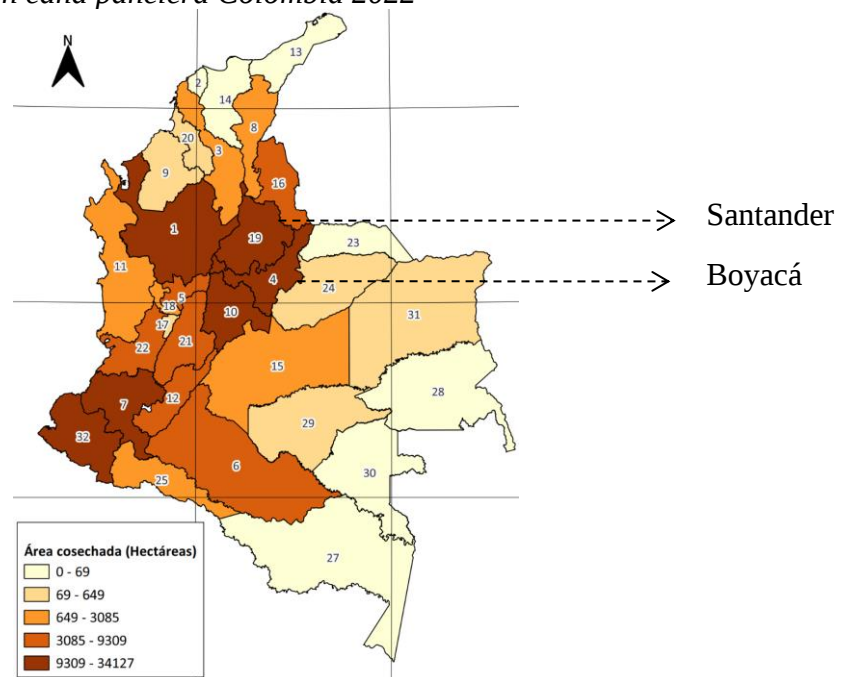
entre 10.137 y 36.339 Hectáreas sembradas de caña panelera, de las cuales solo se cosechan entre 9.309 y 34.127 Hectáreas.

Figura 1. Área sembrada en caña panelera Colombia 2022



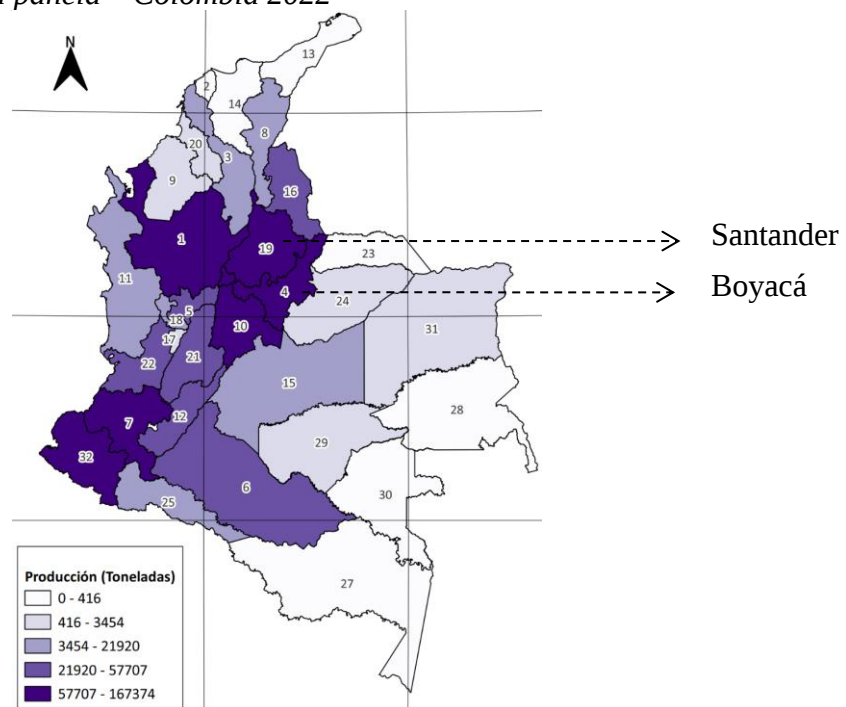
Adaptado de: (Sistema de información panelero y Fedepanela, 2022)

Figura 2. Área cosechada en caña panelera Colombia 2022



Adaptado de: (Sistema de información panelero y Fedepanela, 2022)

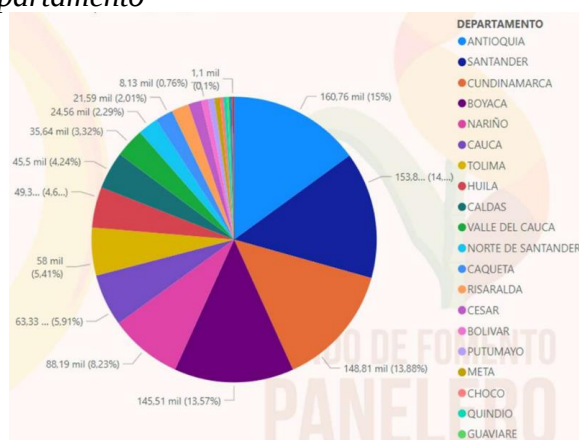
Figura 3. Producción de la panela – Colombia 2022



Adaptado de: (Sistema de información panelero y Fedepanela, 2022)

Los departamentos de Boyacá, Santander, Antioquia entre otros lideran la producción de panela en Colombia, alcanzando cifras significativas entre 57.707 y 167.374 toneladas. Sin embargo, detrás de estas cifras, la industria enfrenta la informalidad y la falta de estándares técnicos y sanitarios en muchos procesos de la producción.

Figura 4. Producción por departamento



Tomada de: fondo de fomento panelero

La industria panelera al pasar el tiempo ha luchado por reducir la informalidad en el sector y mejorar las condiciones de producción. Se han realizados esfuerzos para formalizar los trapiches y aumentar la capacidad de producción, pero siguen persistiendo desafíos significativos. Contamos con muchos departamentos que, aunque la producción de la panela es abundante, no siempre se cumplen los requisitos técnicos o sanitarios necesarios para garantizar la inocuidad del producto final.

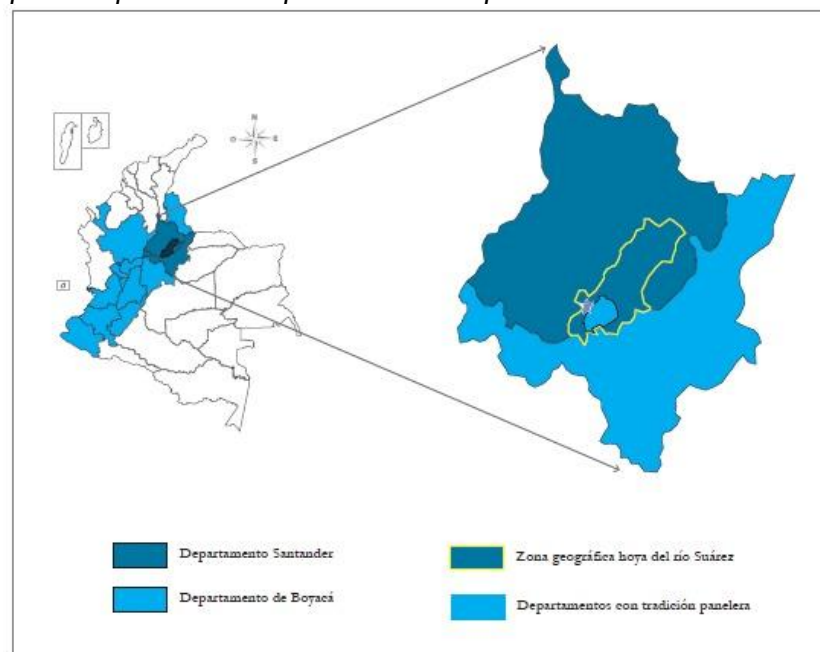
Esta situación evidencia la necesidad de implementar medidas efectivas para mejorar las prácticas en toda la línea de producción. Mejorar la calidad y seguridad de la producción panelera no solo beneficia a los consumidores al garantizar un producto final en la mejor calidad, sino que

también contribuye al desarrollo sostenible de las comunidades productoras y la comercialización de este producto.

4.2 Análisis del sector denominado la Hoya del Río Suarez

En cuanto a la producción en toneladas de panela producidas por hectárea de caña anual, entre Boyacá y Santander destaca la denominada Hoya del Río Suarez, conformada por 13 municipios Barbosa, Vélez, Chipatá, Puente Nacional, San Benito, Güepsa, Suaita, Oiba ,Santana, San José de Pare, Togüí, Chitaraque, San Benito y Moniquirá. Esta región se ubica en el sistema montañoso andino, situándose en la cordillera oriental Andina.

Figura 5. Principales departamentos productores de panela



Tomado de: (Murcia y Ramírez, 2017)

Figura 6. *Municipios hoya del río Suarez*

Cuadro 1. Municipios Hoya del río Suarez.			
Departamento	Municipio	Área Total (ha)	% Área
Boyacá	Chitaraque	14738	7,6
Boyacá	Moniquira	21075	10,9
Boyacá	San José de Pare	7348	3,8
Boyacá	Santana	6962	3,6
Boyacá	Togui	10807	5,6
Santander	Barbosa	4505	2,3
Santander	Chipata	9537	4,9
Santander	Guavata	7817	4,0
Santander	Guepsa	2769	1,4
Santander	Puente Nacional	25589	13,2
Santander	San Benito	5411	2,8
Santander	Suaíta	27983	14,5
Santander	Vélez	48655	25,2
Total zona		193196	99,8

Tomado de:(Leguizamón y Yepes, 2014)

El perfil fisiográfico del área de desarrollo rural de la Hoya del Río Suárez está conformado por un paisaje montañoso que cubre un área de 134.551 hectáreas, alrededor del 70% del área total de la zona (193.196 ha), lo que permite el desarrollo de ciertos cultivos transitorios bajo esquemas semi intensivos, los cuales se concentran principalmente en los municipios de Moniquirá, Santana, San José de Pare, Chitaraque y Togui. (Leguizamón y Yepes, 2014).

Históricamente en la Hoya del Río Suárez según Mojica y Paredes (2004) “el cultivo de la caña panelera se inició hacia el año 1939, donde los campesinos derivan su sustento de las ventas de panela elaborada de manera rústica en viejos trapiches” (p. 7). Aun en la actualidad es la actividad económica más importante que se desarrolla en la región junto con el cultivo y procesamiento de guayaba. La producción de panela representa la principal actividad económica de la región. Esta actividad involucra a 13 municipios y ha sido la fuente de sostenibilidad de muchas familias desde hace más de tres generaciones. Actualmente, hay más de 1.276 trapiches

(plantas productoras de panela) que les agregan valor a las 14.000 y 46.000 hectáreas de guayaba y caña, respectivamente, sembradas en la región (Leguizamón y Yepes, 2014)

4.3 Análisis normativo para trapiches paneleros

Al realizar una investigación y análisis detallada de la normativa que regula los trapiches paneleros, se ha identificado que:

La resolución 779 de 2006 tiene un papel fundamental, ya que en el artículo 9, abarca y especifica aspectos relacionados con las instalaciones físicas y sanitarias de los trapiches, así como las prácticas de higiene y seguridad ocupacional. Esto incluye desde la infraestructura física hasta el manejo adecuado de los residuos sólidos, el control de plagas, la sala de proceso, el almacenamiento y el envasado de la panela.

Asimismo, el artículo 6 de la resolución 2674 establece los requisitos sanitarios específicos para el procesamiento, almacenamiento y distribución de los productos alimenticios. Este artículo detalla condiciones generales respecto a la ubicación, accesibilidad de las instalaciones, el diseño y la construcción de estas, así como el abastecimiento de agua y la disposición de residuos líquidos y sólidos.

Además, el artículo 7 de la misma, resalta la importancia de mantener estándares adecuados de limpieza y mantenimiento en los trapiches, teniendo en cuenta el uso de pisos, paredes, techos, ventanas y otras aberturas para garantizar una ventilación adecuada, así como la iluminación y funcionamiento adecuado de las puertas (ver tabla 1 y 2)

Estas disposiciones normativas garantizan la calidad, seguridad y salubridad de la producción de panela en los trapiches. Sin embargo, su efectividad depende de una adecuada

implementación y supervisión por parte de propietarios y operadores de los trapiches, así como de las entidades a cargo de regularlos, para garantizar un producto final adecuado.

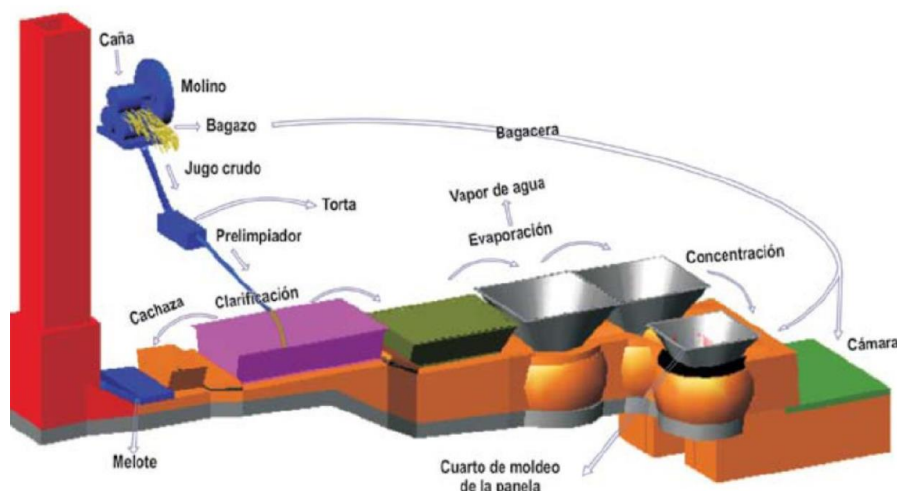
4.4 Proceso de producción en los trapiches

La infraestructura o instalación física requerida para el desarrollo adecuado de esta actividad agrícola consta de cuatro espacios o ambientes de trabajo: zona de descargue, zona de transformación o preparación, zona de moldeo y empaque, y zona sanitaria. Las diferentes áreas del proceso deben estar físicamente delimitadas de tal manera que se facilite la limpieza y se impida el acceso a plagas (INVIMA Y FEDEPANELA).

Por medio de una lista de chequeo (ver apéndice 1) se enunció la normativa aplicable para cada uno de los espacios respectivos en la producción de la panela, en el cual se identificaron los factores con los que cumple cada trapiche.

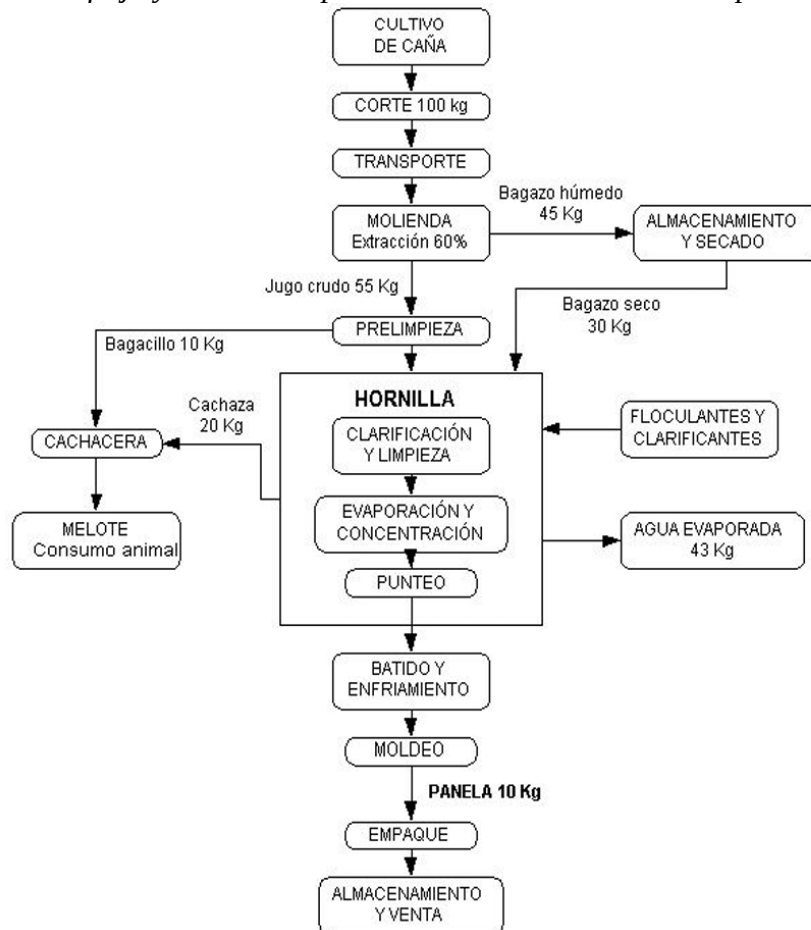
Se identificaron las zonas con las que el trapiche debe contar respectivamente a la producción que mantiene, características formales y funcionales del mismo. El proceso se desarrolla de la siguiente manera:

Figura 7.Diagrama en perspectiva de un trapiche panelero



Tomado de: (Programa de procesos Agroindustriales. CORPOICA- C.I Tibatá. 2011)

Figura 8. Diagrama de flujo y másico del proceso de la elaboración de la panela



Tomado de: archivo *cimpa*

1. *Recepción de la caña*: área en la cual se descarga la caña panelera y se almacena para posteriormente pasar a la molienda
2. *Molienda*: la extracción de los jugos requiere como mínimo tres operarios encargados de alimentar constantemente el molino, lo cual se puede considerar como un impacto positivo ya que se está generando empleo de este proceso. Esta actividad ha tenido

avances significativos en la evolución de la herramienta para llevar a cabo la extracción del jugo de la caña, como lo podemos evidenciar en la siguiente tabla:

Figura 9. Evolución de los molinos

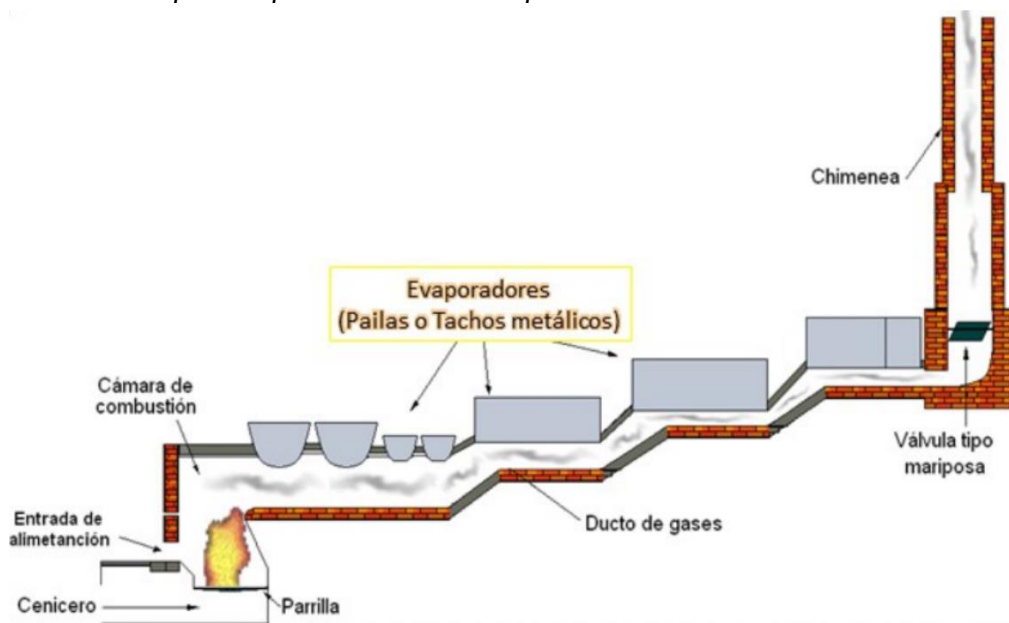
EVOLUCION DE LOS MOLINOS			
Descripción del trapiche	Materiales	Rendimiento	Imagen
Mata gente. Recibí este nombre debido al gran esfuerzo físico que suponía, réplica de los modelos usados en las islas canarias, es un molino rotativo, se usó en Boyacá, en la zona de Santander y todavía siguen utilizando campesinos de zonas apartadas para el autoconsumo	Madera, altura aproximada 1.80 m	Se necesitan tres personas para accionarlo. Dos manejan las aspas, mientras el tercero introduce la caña varias veces, se introducen tres o cuatro cañas por lo que tiene un bajo rendimiento de bagazo, se alcanza a exprimir tan sólo el 40% del jugo.	
Masas horizontales. Llegó al Nuevo Reino de granada alrededor de 1619, según ilustraciones de la época colonial. Era movido por esclavos, después reemplazados por bueyes o mulas que jalaban el balancín, constaba de tres masas en línea de madera y/o piedra, el piñón matriz después se fabricó de bronce o cobre.	Piedra y madera, el diámetro de los cilindros es aprox. 40 cm	El rendimiento era de 20 a 40 panelas diarias. Era necesario pasar tres veces la caña para extraer la mayor cantidad de jugo, fue el molino más común ya entrado el siglo XX	
Hidráulico: apareció paralelamente al molino Chattanooga, estaba formado por una gran rueda metálica, sin embargo, los costos de la estructura eran altos y no siempre se contaba con la fuerza de la corriente suficiente	Hierro, madera y ladrillo cocido.	Por la desaparición de estos trapiches, se desconoce cuál era el rendimiento.	
Chattanooga: el primero producido industrialmente, conformado por tres masas de hierro en disposición triangular, es movido por bestias como el anterior, la siderúrgica de Subachoque y la ferrería de Pachó los empezaron a fabricar en Colombia. En 1970 eran el 60% de los trapiches de la hoya del río Suárez	Cilindros en hierro, aspas en madera, soporte variable	De 60 a 100 panelas diarias	
Motores de combustión interna de masas horizontales Diesel o Gasolina. Las masas se vuelven verticales y aumentan a 5 o más masas. Trapiches sencillos: desde el modelo R22 de tracción animal y modelos R2-S // R4-S // R4-A // R5-S // R8-S // R8-A // Trapiches acoplados sencillos llevan la transmisión independiente. Son hechos para medianos productores de panela, son R8-AC // R12-AC. Trapiches con caja reductora tienen reducción de velocidad de 50:1. Son trapiches para grandes productores de Panela, son R12-ACR y R15-ACR. Trapiches auto lubricados Acero, Monoblock, los modelos para esta línea son R14-AL y R20-AT.	Hierro y aluminio	Los de mayor capacidad de 100 a 300 kg./hora	 

Tomado de: (Diaz Adame, 2019)

1. *Pre-limpieza*: en esta etapa se realiza una separación física de las impurezas a partir de diferencias de densidades y tamaños de partícula que hay entre la impureza y el jugo, allí se eliminan partículas como hojas o insectos (Ordoñez y Rueda, 2017). Posteriormente pasa a un segundo pre limpiador el cual presenta un filtro fino que elimina impurezas de menor tamaño, como lodos suspendidos (Osorio, 2007), de este paso se procede a las actividades que se desarrollan en “la cocina”, es decir la zona de la hornilla.

La hornilla está compuesta por:

Figura 10. Partes que componen una hornilla panelera



Tomado de: Programa de procesos Agroindustriales. CORPOICA- C.I. Tibatá. 2011

1. *Cámara de combustión*: se encuentra ubicada en la parte anterior de la hornilla, donde se quema el bagazo y demás combustibles y así realizar la combustión para producir la energía o calor necesario para el proceso de elaboración de la panela (Bernal y Cortés, 2010).

La cámara consta de:

Cenicero: ubicado directamente debajo de la parrilla. Sirve para almacenar las cenizas que se producen al quemar el bagazo, acabar de quemar el bagazo que se escapa por entre la parrilla y canalizar y precalentar el aire necesario para la combustión (Bernal y Cortés, 2010).

Puerta de alimentación: La abertura por donde se introduce el bagazo que sirve como combustible para la hornilla.

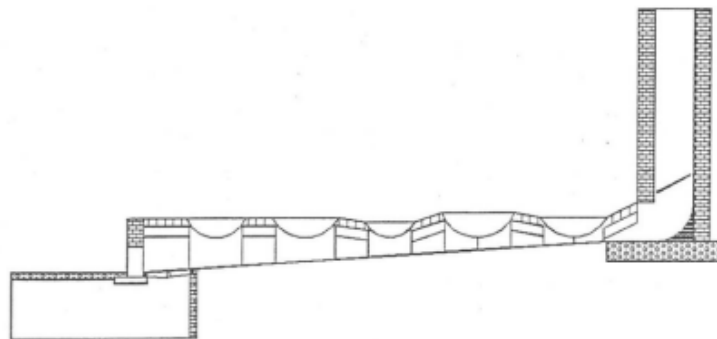
Parrilla: está formada de una serie de placas de fundición dispuestas en forma horizontal y consecutiva que sirven de lecho para el bagazo mientras se quema. La parrilla permite la entrada del aire para la combustión y el paso de las cenizas hacia el cenicero (Bernal y Cortés, 2010).

Para la cámara de combustión se manejan 3 tipos:

Plana: en la cámara tradicional el área de la parrilla es demasiado grande, lo cual permite la entrada de aire falso que enfría los gases, causando temperaturas de combustión bajas

Plana Cimpa: esta cámara es un diseño mejorado de la cámara tradicional, el bagazo se quema a mayor distancia de la primera paila alcanzando mayores temperaturas de combustión.

Figura 11. Cámara de combustión Plana- Cimpa

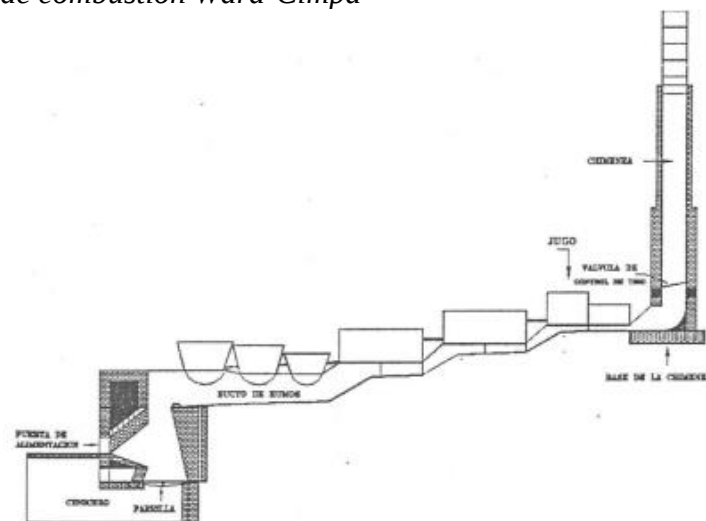


Tomado de: (Diaz Adame, 2019)

Ward-Cimpa: este tipo de cámara tiene un diseño especial que aumenta la eficiencia de la combustión y el proceso, puesto que en ella se obtiene una mayor estabilidad en termino de temperatura y potencia con el tiempo.

Este tipo de cámara presenta dos características especiales: en primer lugar, posee una rampa donde se precalienta y pre seca el bagazo antes de quemarse. Esta característica permite introducir el bagazo con una humedad cercana al 45%. En segundo lugar, el aire requerido para la combustión se suministra en dos corrientes: una de aire primario que atraviesa la parrilla (70% del aire total del diseño), y el 30%, como aire secundario, que se suministra en la parte superior de la cámara para completar la combustión de los volátiles sobre el lecho del bagazo, (Gordillo y García, 1992)

Figura 12. Cámara de combustión Ward-Cimpa



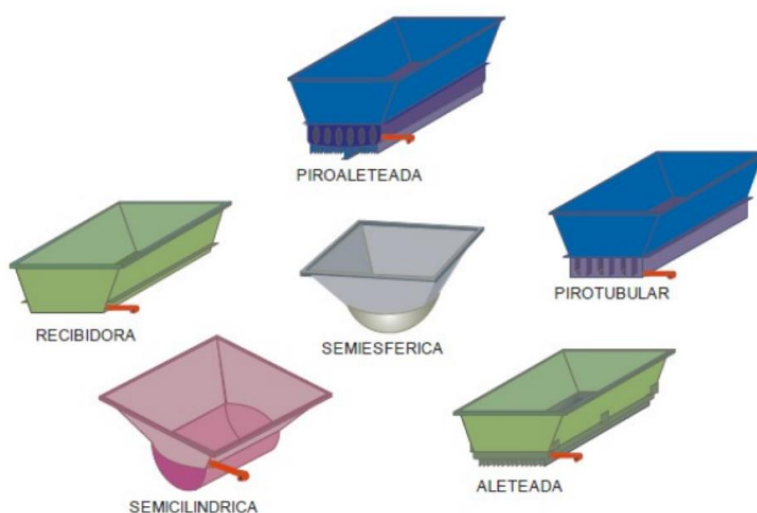
Tomado de: (Diaz Adame, 2019)

Chimenea: es un conducto construido en ladrillo o en lámina de hierro, ubicado al final de la hornilla y empalmado directamente con el ducto de humos. Su forma puede ser Cilíndrica, trapezoidal o cónica. Sus dimensiones dependen de su forma y del tamaño de la hornilla

Su función es crear una diferencia de presión, llamada tiro, que garantice el suministro del aire necesario para la combustión de bagazo y transporte de los gases a través del ducto.

Clarificación y limpieza: esta es llevada a cabo en hornos, hornillas o calderas, en las cuales se realiza una extracción de los sólidos suspendidos, las impurezas flotantes se eliminan de forma manual y son conocidas como cachaza. Posterior a esta limpieza se añade una preparación de un mucilago elaborado a partir de la planta de balso y cal.

Figura 13. Tipos de pailas



Tomado de: (Bernal y Cortés 2010)

2. *Concentración y punteo:* este paso se realiza generalmente en dos pailas que reciben mayor cantidad de calor para evaporar en el menor tiempo posible el agua contenida en el mismo, en la primera paila se recibe el jugo clarificado, por gravedad, mientras que

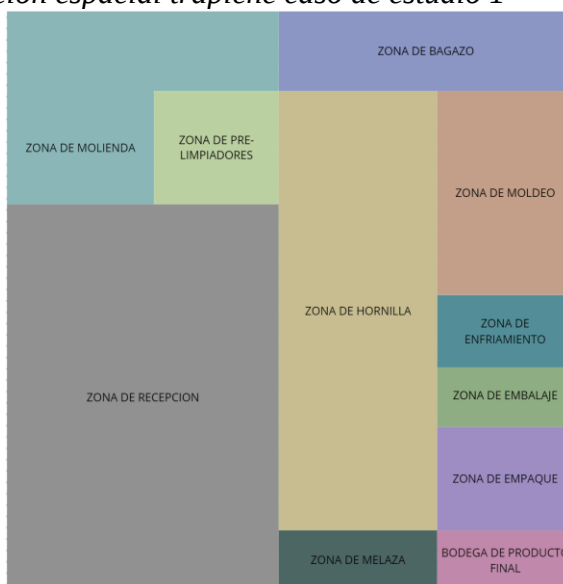
en la segunda se concentra hasta valores cercanos al punteo. (Quezada, p. 74) El punteo es la concentración ideal que debe alcanzar el producto antes de continuar con la siguiente etapa.

3. *Batido y enfriamiento*: la miel es transportada hasta una batea que debe estar ubicada en una zona independiente, de manera que no entre en contacto con desechos eliminados en etapas anteriores (Corantioquia, 2002)
4. *Moldeo*: las mieles son trasladadas a moldes de madera en los cuales se lleva a cabo su solidificación y, por tanto, la obtención del producto final. Una vez solidificado, el producto se desmolda y se empaca en cajas de cartón o madera, o en bolsas plásticas, para proceder a su almacenamiento y posterior venta y distribución (IDEAM,1997)
5. *Empaque*: el empacado para la panela en bloque se realiza de manera manual, con material termo encogible. Finalmente, una vez se tiene la panela empacada, se deposita en cajas de cartón con capacidades entre 6 y 24 kg para su posterior comercialización (Ordoñez y Rueda, 2017).

4.5 Análisis de trapiches actuales

Con el fin de obtener datos reales se realiza una visita a campo a 3 trapiches los cuales a partir de este momento se denominarán, caso de estudio 1, 2 y 3, es importante validar el tipo de producción, el cumplimiento con la normativa e indicar si se desarrolla el trapiche de manera formal adecuada, teniendo en cuenta la seguridad y salud en el trabajo para todos los que participen en el proceso.

Caso de estudio 1: es un trapiche el cual se distribuye de la siguiente manera

Figura 14. *Esquema distribución espacial trapiche caso de estudio 1*

Este trapiche está en la vereda Balsa, en el sector El Pedregal, en San José de Pare, en la región conocida como la Hoya del río Suárez. Es uno de los trapiches que sobresale en la zona debido a su hornilla de tipo CIMPA, la cual aumenta notablemente la eficiencia en la producción y permite la utilización del bagazo como fuente de combustible para la hornilla.

Este trapiche se encuentra alejado de los municipios y solo se puede acceder a través de caminos rurales o trochas. En este trapiche en particular, la materia prima, que es la caña de azúcar, se transporta mediante mulas de carga. Estas mulas descargan la caña en un área abierta, pero a diferencia de otros trapiches, este espacio está adecuadamente cubierto y cuenta con un área designada para tal fin.

El proceso de producción de azúcar comienza con la caña, que pasa por dos molinos para extraer el jugo y separar el bagazo. Este último se dirige a través de una cinta transportadora hacia un área específica donde se seca y se utiliza como combustible para la hornilla. Simultáneamente, el jugo pasa por una zona de pre-limpieza, destinada a realizar una primera limpieza antes de ser dirigido por tuberías hacia el área donde se encuentra el tren de fondos, donde el jugo se mezcla con el extracto de balsa para su limpieza completa y con cal. El cuarto de la hornilla se caracteriza

por estar completamente enchapado y tener una altura de aproximadamente 8 metros. Además, cuenta con una doble cubierta para evitar goteos. Sin embargo, es importante señalar que esta medida no es efectiva, por lo que se requiere una solución adicional para evitar que los goteos afecten el tratamiento de los jugos y la calidad de la miel.

Después de obtener la miel, se procede a un cuarto donde se moldea utilizando gaveras en mesas extensas. Este espacio debe contar con superficies no porosas que permitan una limpieza sencilla. A continuación, se encuentra una bodega de secado equipada con esteras. Sin embargo, es importante destacar que no se puede circular entre estas esteras, lo que puede afectar la movilidad del producto ubicado en la parte posterior. Siguiendo a esta bodega se ubica el área de embalaje donde se observa que debido a la alta producción que se tiene y el espacio que ocupa las maquinarias y el personal, se queda pequeño y no permite la fácil movilidad del producto ni del personal.

Figura 15. Registro fotográfico caso 1

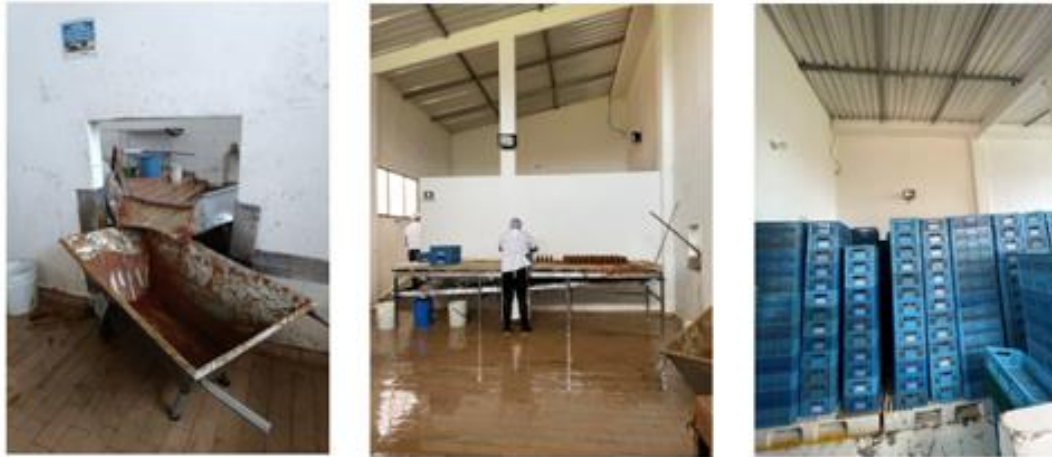


Zona de recepción de caña, molino, cinta transportadora de bagazo y área de pre limpiador



Tren de fondos, paila para mucilago de balsa, paso al área de moldeo

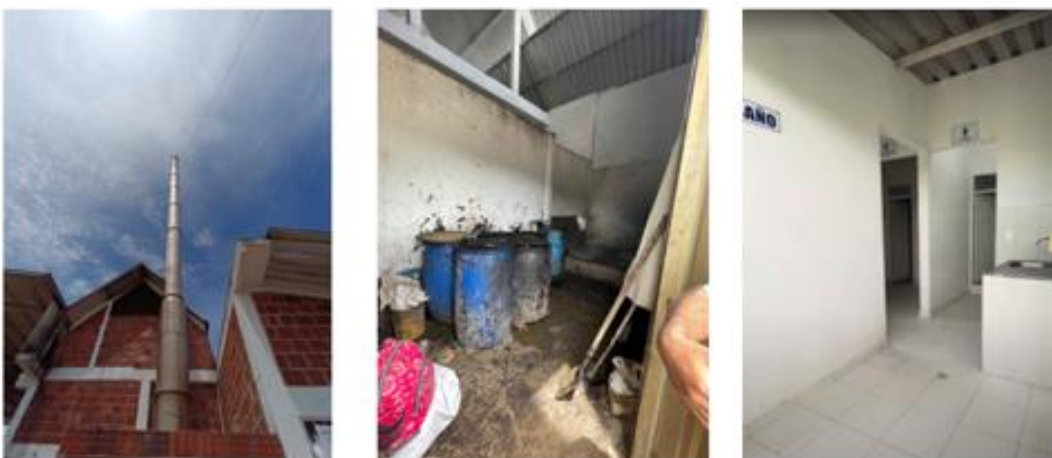
Figura 16. Registro fotográfico caso 1



Recepción área de moldeo, mesas y gaveras, área de secado



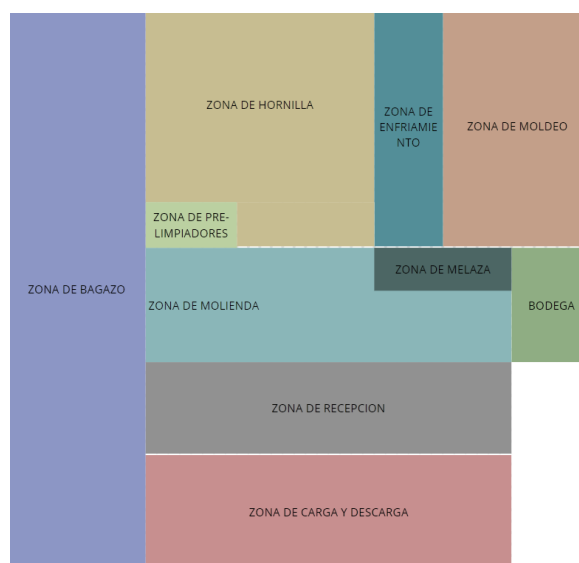
Área de embalaje, Área de empaque, área de bagazo y cámara de combustión



Buitrón o chimenea, área de melaza, área de baños y vistieres.

Caso de estudio 2: este trapiche se encuentra ubicado en el municipio de Santana, Boyacá, es uno de los que ha realizado modificaciones en su infraestructura con el objetivo de mejorar la eficiencia y la producción de panela. Sin embargo, al observar su funcionamiento, se identifican algunas áreas de mejora críticas.

Figura 17. Esquema distribución espacial trapiche caso de estudio 2

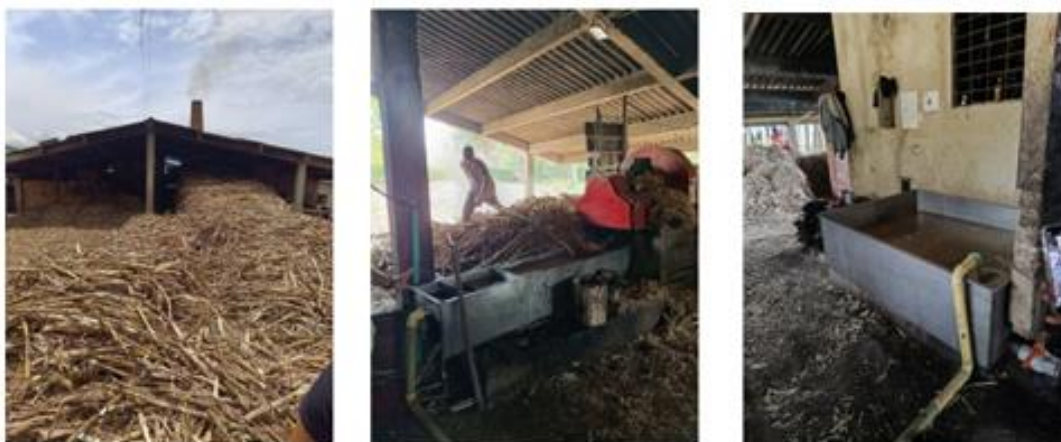


En primer lugar, al ingresar al trapiche, se nota carencia de un espacio definido para la recepción de la caña de azúcar. Esta situación conlleva un problema de contaminación, ya que la caña queda en contacto con animales que transitan por la zona. Para solucionar esto, sería esencial establecer una zona claramente delimitada para la recepción de la caña, garantizando así la pureza del material de entrada. Una vez que la caña se procesa en el molino para extraer el jugo y eliminar el bagazo, surge otra oportunidad de mejora. El jugo resultante se transporta por tuberías hacia la hornilla, transformada en una Semi cimpa. Esta modificación es positiva, ya que aprovecha el escalonamiento de la hornilla para distribuir el jugo de la caña de manera eficiente a través de las pailas.

No obstante, el área del tren de fondos, donde se encuentra la cocina, comparte espacio con otros procesos. Para optimizar esta disposición, sería beneficioso considerar una segregación física entre la cocina y el área de moldeo. Esto podría lograrse mediante el uso de separadores adecuados, para garantizar una operación más higiénica y eficiente.

Por último, el proceso de moldeo se lleva a cabo utilizando gaveras en mesas extensas. Aquí, sería recomendable evaluar la posibilidad de mejorar espacial para que el trabajo de moldeo no se vea interrumpido por actividades paralelas a esta. Resta proponer un espacio para el secado adecuado de la panela y la mejora en su ubicación de producto final. Cabe resaltar que en este trapiche no se hace embalaje ni empacado, este producto se lleva a Santana el cual, en una empresa de empaque, se organiza para posteriormente hacer su comercialización.

Figura 18. Registro fotográfico caso 2



Recepción de la caña, área de molino y pre limpiadores.]



Tren de fondos, área de moldeo, área de lavado de las gaveras



Área de melaza, acceso área de bagazo, bagacera

Caso de estudio 3: este trapiche se desarrolla en una planta totalmente abierta, sin espacios definidos para cada actividad. Este trapiche se encuentra ubicado en la vereda puente hondo del municipio de Santana, Boyacá, éste es uno de los trapiches que como muchos en la zona aun funcionan de manera tradicional con una hornilla totalmente plana.

Al llegar al trapiche se identifica que no cuenta con un espacio definido para la recepción de la caña de azúcar, se recibe la materia sobre la vía, esta situación conlleva un problema de contaminación, ya que la caña queda en contacto con animales que transitan por la zona. Para solucionar esto, sería esencial establecer una zona claramente delimitada para la recepción de la caña, garantizando así la pureza del material de entrada.

En este trapiche, el jugo de caña de azúcar se recibe en un tanque antes de distribuirse a la paila principal. Sin embargo, durante la transferencia del jugo de paila a paila, se ha observado que el trabajador necesita realizar un esfuerzo significativo, lo que no es ergonómicamente recomendable. Para abordar esta cuestión, es fundamental mejorar la eficiencia del sistema de transferencia, quizás mediante la incorporación de dispositivos mecánicos que reduzcan la carga física del trabajador y aumenten la productividad.

Además, se ha identificado que el área de paso de la miel hacia el área de moldeo no está debidamente definida y se encuentra en contacto con otras áreas, incluyendo el bagazo. Esta falta de segregación puede dar lugar a problemas de contaminación y eficiencia en la producción. Para solucionar este problema, se debería establecer una zona claramente delimitada y separada para el proceso de moldeo, evitando la contaminación cruzada y mejorando la calidad del producto final.

Por último, es importante destacar que en este trapiche no se lleva a cabo el embalaje del producto. La inclusión de un proceso de embalaje adecuado puede mejorar la presentación del

producto y facilitar su comercialización. Esto podría incluir la adquisición de maquinaria y la implementación de procedimientos para un empaque higiénico y eficiente.

En resumen, para mejorar la eficiencia y la calidad en el trapiche, es necesario abordar la ergonomía en la transferencia del jugo de caña, definir claramente el área de moldeo y considerar la implementación de un proceso de embalaje. Estas mejoras pueden contribuir significativamente a la operación y competitividad del trapiche.

Figura 19. Registro fotográfico caso 3



Tren de fondos, área de moldeo, zona de pre limpiadores, área de bagazo.

Al hacer un análisis comparativo de los trapiches enunciados anteriormente se pueden identificar los siguientes factores para poder hacer un mejoramiento, formal, espacial y que cumpla con las normativas

Accesibilidad: durante las visitas a los diferentes tipos de trapiches paneleros, se evidencian desafíos relacionados con la accesibilidad. En primer lugar, la mayoría de estos lugares están ubicados en veredas y solo se pueden acceder a través de caminos de tierra o trochas, lo que dificulta el transporte hasta ellos.

Una vez ubicados los trapiches, se identifica otro problema evidente que es la falta de estacionamientos adecuadamente señalizados y áreas de maniobra para los vehículos de carga. Esto genera congestión en el espacio, ya que los desechos líquidos y sólidos, así como los animales de carga, ocupan parte del espacio destinado al proceso de producción.

En cuanto a la organización interna de los trapiches, se observa una falta de claridad en las circulaciones. Es esencial establecer una secuencia lógica en el proceso para permitir un flujo eficiente de personal, materiales y productos. Esto incluye un diseño cuidadoso de los accesos, las rutas de circulación y la definición de áreas específicas, todo con el propósito de evitar interrupciones en la entrada de la materia prima, su procesamiento y la salida del producto final.

Zonificación: en la distribución de espacios se observa que aún falta por mejorar respecto a la línea de producción, ya que se observa que no está definida totalmente y hay que hacer muchos recorridos que se podrían evitar. Por normativa y por seguridad de los trabajadores todas las áreas deben estar delimitadas, así como señalizadas. La mayoría de los trapiches aún no ha implementado una clara identificación de sus zonas de trabajo, ya que sigue siendo muy artesanal y utilizan los espacios de manera conjunta para llevar a cabo varias actividades relacionadas con el proceso de producción.

Es necesario hacer una delimitación espacial de cada zona ya que esto evitaría que el producto final se contamine, para ello, se deben proponer espacios con una distribución adecuada de las áreas de trabajo, minimizando los riesgos asociados y mejorando la eficiencia de la producción de panela.

Componente formal: una de las características formales que identifican a los trapiches es la simplicidad. Estos espacios se presentan como áreas completamente abiertas, con una sola planta y una volumetría ortogonal que está estrechamente vinculadas a su funcionalidad. Sin embargo, la

conexión directa con el entorno exterior da lugar a diversos puntos de insalubridad y contaminación. La norma establece que los trapiches estén diseñados y contruidos para proteger rigurosamente los ambientes de producción. Esto implica prevenir la entrada de elementos como polvo, lluvia, suciedad y otros contaminantes, así como asegurar el control de plagas y mantener alejados animales domésticos.

Técnico: el trapiche tradicional está distribuido en una planta rectangular o cuadrada, con dimensiones que varían según la capacidad de producción. El sistema constructivo más común es de tipo tradicional, con muros de mampostería de ladrillo o bloque, y techos a dos aguas con estructuras de madera o acero, cubiertos con láminas de zinc o tejas metálicas, los cerramientos netamente esenciales.

Según la normativa en el artículo 7 de la resolución 2674 de 2013 establece que toda abertura, denominada como ventana debe contar con mallas metálicas para permitir la ventilación y la entrada de luz, mientras que se evita el ingreso de plagas y animales.

Es importante contar con un sistema de ventilación adecuado para mantener una temperatura adecuada en el proceso de producción para garantizar la calidad del producto final, y así mismo la seguridad del personal que está en contacto con la variación de temperaturas.

Laboral: el trabajo en el trapiche se lleva a cabo unos de 6 horas donde el personal se va rotando, son actividades continuas debido al aprovechamiento de altas cantidades de insumo provenientes de cosechas de áreas aledañas dan lugar, estas son las que influyen en la programación de jornadas productivas largas y extenuantes. Están expuestos a altas temperaturas, agotamiento físico y malas condiciones laborales. Este trabajo es una labor ardua propia de hombres, prueba de ello es la baja concentración de personal femenino en los trapiches, las pocas mujeres se encuentran laborando en el área de empaque.

Al mismo tiempo, el alto índice de desempleo como problema social obliga a muchas personas a realizar tareas informales en condiciones poco adecuadas, olvidando por un momento que el escenario de trabajo es determinante en el ser humano llegando al punto de generar efectos negativos en la persona y en el ambiente (Majarrés y Montoya, 2018, p. 2)

La mayoría de los trapiches paneleros aún siguen desarrollando su actividad de manera artesanal, donde los trabajadores se ven expuestos a condiciones de trabajo como estrés térmico, ruido, inadecuada iluminación, cargas posturales, movimientos repetitivos, posturas prolongadas de pie y el poco conocido riesgo por exposición al bagazo (Majarrés y Montoya, 2018, p. 3).

En cuanto a seguridad social solo el 10% de los trabajadores cuenta con afiliaciones, según la información recolectada en las visitas al conversar con los propietarios, esta medida se toma debido a que el trabajo se realiza estacional y no hay una continuidad laboral.

Un promedio de la cantidad de personal que se maneja en un trapiche es el siguiente:

Tabla 3. *Promedio personal en trapiche*

<i>Zona</i>	<i>Actividad</i>	<i>Número de personas</i>	<i>Jornada laboral (turnos)</i>
<i>Cosecha de la caña</i>	Sillero	2	24hrs/6hrs
	Alzadores	4	24hrs/6hrs
	Corteros	8	24hrs/6hrs
<i>Hornilla</i>	Cocinero	1	24hrs/6hrs
	Re limpiadores	2	24hrs/6hrs
	Colinche	2	24hrs/6hrs
<i>Bagazo</i>	Bagacero	2	24hrs/6hrs
	Hornillero	2	24hrs/6hrs
<i>Molino</i>	Presero	2	24hrs/6hrs

Organización productiva: es relevante tener en cuenta que en el sector se han identificado 3 formas de organización productiva en las cuales participan diferentes actores.

Figura 20. *Formas de organización productiva*

Directa	Aparceria	Alquiler de trapiches
• Los propietarios que cuentan con los medios de producción como tierra, capital, trabajo y materiales, los propietarios se encargan del cultivo de la caña, adquieren la fuerza de trabajo en el mercado y realizan la venta final del producto. • La participación de la mano de obra familiar dentro de la explotación es mínima y por el contrario es bastante frecuente la contratación de mano de obra externa, cuando los hijos ayudan a las actividades de la finca son remunerados como los demás obreros.	• Los aparceros no poseen tierra y tiene escasos recursos de capital, su aporte es de trabajo propio o contratado. El dueño de la unidad productiva establece un contrato verbal con el aparcerero donde los costos son asumidos por ambas partes, generalmente el aparcerero se responsabiliza del trabajo para la siembra y sostenimiento de los cañaverales y a veces de las labores de la molienda; el dueño de la finca se compromete a pagar las labores de preparación del terreno, y a suministrar fertilizantes y agroquímicos para el cultivo y el transporte de la caña, pagando además un salario a la mayoría de los trabajadores de la molienda. • La producción en panela o valor en dinero luego de ser vendida al mercado, se reparte en porciones iguales entre el aparcerero y el propietario de la tierra.	• Los cultivadores de caña o aparceros que no poseen trapiches o cuyos cultivos se encuentran lejos de un trapiche propio, alquilan trapiches o maquila. • El propietario cobra un precio por el alquiler del trapiche, se establece un precio por carga de panela producida, así el monto total del pago del alquiler está dado por el número total de cargas producidas en la molienda. • Los cultivos de caña panelera pertenecen a los dueños de los trapiches y tienen una extensión que oscila entre las 20 y 50 hectáreas. A este nivel es común encontrar trapiches que procesan caña de fincas vecinas, por cuyo uso se paga alquiler o maquila, en la cual se paga un valor en dinero por cada carga de panela producida, o un porcentaje de panela procesada.

Tomado de: estudio de caracterización de la actividad productiva del sector de la caña panelera en la Hoya del Río Suárez (Vergara et al., 2018) y (Tarazona, 2011)

Esta información se analiza con el fin de identificar las modalidades en las que se manejan los trapiches, teniendo en cuenta para el manejo del personal y la producción de panela

Se realiza una tabla comparativa que resume y sintetiza el análisis expuesto anteriormente, con el fin de facilitar la identificación y comprensión de las diferencias y similitudes entre los espacios discutidos previamente. Esta tabla facilita el análisis y la toma de decisiones.

Tabla 4. *Análisis comparativo de trapiches*

Análisis comparativo				
Nombre del proyecto	Caso de estudio 1	Caso de estudio 2	Caso de estudio 3	
Localización	Vereda balsa y resguardo sector el pedregal, San José de Pare, Boyacá	Vereda puente hondo - Santana, Boyacá	Vereda puente hondo - Santana, Boyacá	
Tipo de hornilla	Cimpa	Semi cimpa	Tradicional	
Área construida	Formas ortogonales con una línea de producción definida en U. En el área de tren de fondos se maneja una altura más predominante, que permita la fácil ventilación del lugar	Volumen compacto, se abre en la fachada principal, en la cual se hace la recepción de la caña, espacios semi abierto	Volumen ortogonal, fachadas definidas por muros bajos, permitiendo abertura total del espacio	
Composición formal				
Línea de proceso	Proceso en "U"	No definido	No definido	
Zonificación				
Zona carga y descarga	Cuenta con área amplia para carga y descarga, no están delimitadas las zonas de parqueo, ni debidamente señalizadas, los animales de carga de caña están circulando en este espacio.	Zona amplia, pero sin estar definida, los animales de carga circulan en ésta y allí mismo se almacenan los desechos sólidos	No cuenta con esta zona definida, la materia prima se recibe sobre la vía	
Zona de molienda	La materia prima llega a la zona y se ingresa al molino, donde se extrae el jugo de la caña por medio de la trituración y presión que ejerce la máquina, el tamaño del molino depende de la cantidad de producción que se haga, como	La materia prima se almacena en el mismo lugar donde se lleva a cabo el proceso de molienda, extrayendo el jugo con el molino y sus desechos de bagazo se almacenan ahí mismo, no cumple con ninguna normativa sanitaria, los operarios no	En este caso el molino está en muy mal estado, oxidado, lleno de desechos de la caña lo cual contamina directamente el jugo que se extrae. no existe delimitaciones en la zona, ni se cumple con los acabados	

Análisis comparativo

<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Caso de estudio 1</i>	<i>Caso de estudio 2</i>	<i>Caso de estudio 3</i>
	desecho de la extracción del jugo queda la corteza de la caña, o sea el bagazo, el cual se clasifica y es llevado a su respectiva zona donde se usa como combustible	usan protección ni el debido vestuario de trabajo, el espacio tiene conexión directa con el exterior donde están ubicados los animales de carga y desechos líquidos y solidos	mencionados en las normas sanitarias
<i>Zona de Pre-Limpiadores</i>	Existe la zona de pre limpiadores, la cual es el primer filtro del jugo de la caña que viene con desechos del bagazo, en esta zona el jugo pasa por unas calderas donde se va quedando parte de la suciedad para que al llegar a la zona de hornillas no esté tan contaminada, este proceso se hace seguidamente de la molienda	No cuenta con esta zona	No cuenta con esta zona
<i>Zona de hornillas</i>	Se encuentra definida en un cuarto, con altura predominante, cubierta escalonada a dos aguas, paredes enchapadas que facilitan la limpieza de éste. El tren de fondos escalonado permitiendo que el proceso se lleve por gravedad, con tuberías definidas para las pailas.	Este espacio no se encuentra definido comparte área con los demás procesos, cuenta con una altura de 3,00 mts, superficies permeables y porosa en concreto, una cubierta a dos aguas, que no permite hacer limpieza cuenta con una hornilla semi CIMPA, a la cual se le han hecho modificaciones que permitan que la	No se encuentra definido comparte área con los demás procesos, cuenta con una altura de 5,00 mts el trapiche en general, pero mantiene abertura para que pueda circular el aire, las superficies son permeables y porosa en contacto con la tierra, una cubierta a

Análisis comparativo

<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Caso de estudio 1</i>	<i>Caso de estudio 2</i>	<i>Caso de estudio 3</i>
	El proceso inicia cuando se recibe el jugo de la zona de pre limpiadores a un tanque para que posteriormente se logre hacer una clarificación de éste en las pailas a temperaturas que van aumentado. Los jugos que se generan después de la pre-limpieza, se combinan con el extracto del balso denominado "mucilago" para que por floculación permita que las partículas más densas puedan salir. Cuando ya se obtiene el jugo filtrado por las pailas anteriores y combinada con cal, en un aumento de temperatura en la paila permite que la miel de la caña pueda pasar al proceso de moldeo	producción sea un poco más eficiente. En el tren de fondos un escalonamiento el cual permite que el jugo de la caña se pueda distribuir por medio de las tuberías en gravedad. Se maneja el mismo proceso de limpieza del jugo en las pailas.	dos aguas, que no permite hacer limpieza cuenta con una hornilla tradicional, en la cual el trabajador es quien mueve el jugo entre pailas. Lo que hace que el proceso sea más demorado, que exija más condición física del trabajador y que sea menos eficiente
<i>Zona de moldeo</i>	En este espacio involucran el manejo de acabados que sean de fácil limpieza, está debidamente delimitado de las otras zonas, el área cuenta con buena ventilación, las ventanas están debidamente cubiertas con mosquiteros, los mesones están cubiertos con materiales que permiten la fácil	Este espacio no se encuentra definido ni identificado, en cuanto a la materialidad de los acabados, no cumplen con la norma sanitaria, se concentran las altas temperaturas debido a que no existen aberturas que permitan la debida ventilación, los desechos líquidos están en el piso, los operarios no cuentan con la debida indumentaria que permita la manipulación	El espacio no está delimitado, en el mismo lugar operan las hornillas lo cual genera altas temperaturas y riesgos para el operario, la materialidad de los mesones, el suelo y las paredes es completamente antihigiénico y permite la contaminación directa del alimento. Se utilizan mesas muy

Análisis comparativo

<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Caso de estudio 1</i>	<i>Caso de estudio 2</i>	<i>Caso de estudio 3</i>
	limpieza y manipulación en el moldeo de la panela, los operarios cumplen con la debida indumentaria. También se puede observar que cuando se produce en mayor cantidad, el área no es lo suficientemente grande para permitir que se moldee toda la producción, hay que tener en cuenta las medidas antropométricas para que el personal pueda manipular los utensilios de trabajo con comodidad en el espacio. Se utilizan mesas muy amplias donde se ubican las gaveras para el moldeo de la panela.	higiénica del alimento, los mesones no son de la materialidad pedida por la norma, ni el área lo suficientemente grande para permitir el desarrollo de la actividad. Se utilizan mesas muy amplias donde se ubican la gaveras para el moldeo de la panela.	amplias donde se ubican las gaveras para el moldeo de la panela.
<i>Zona de enfriamiento</i>	Espacio abierto, no definido totalmente, pero si separado del área de moldeo por un muro, cuenta con canastillas para facilitar el secado del producto. Se identifica la falta de circulación entre ella	No definida. Se encuentra compartiendo espacio con la zona de hornilla y moldeo, tampoco cuenta con esteras para separar el espacio de secado	No definida. Se encuentra compartiendo espacio con la zona de hornilla y moldeo, tampoco cuenta con esteras para separar el espacio de secado
<i>Zona de embalaje</i>	Esta zona comparte espacio con bodega, en esta área hay 7 trabajadores empacando el producto lo cual condiciona el espacio, ya que la circulación se ve comprometida y no hay suficiente espacio	Termina el producto (la panela), lo envía en canastas plásticas, para que sea empacado y comercializado en Santana	Termina el producto (la panela), lo envía en canastas plásticas, para que sea empacado y comercializado en Santana

Análisis comparativo

<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Caso de estudio 1</i>	<i>Caso de estudio 2</i>	<i>Caso de estudio 3</i>
<i>Zona de empaque</i>	Este espacio está debidamente definido y señalizado, pero, se comparte con la zona de embalaje lo cual no permite el debido desarrollo de la actividad, no se contemplan las medidas antropométricas en el área lo que genera dificultades para el personal, los acabados del espacio cumplen con la normativa, los operarios usan los implementos requeridos para la manipulación de alimentos, no existe una bodega de insumos donde se pueda almacenar el plástico, las cajas y demás insumos	No se define la zona, se desarrolla el empackado del producto en los mismos mesones de la zona de moldeo, donde el producto queda expuesto a la contaminación, el personal no cumple con la indumentaria requerida, el espacio no cuenta con buenas condiciones higiénico - sanitarias	No existe la zona, se desarrolla el empackado del producto en los mismos mesones de la zona de moldeo, donde el producto queda expuesto a la contaminación, los utensilios no se limpian ni desinfectan como lo pide la norma, el personal no cumple con la indumentaria requerida, el espacio no cuenta con buenas condiciones higiénico - sanitarias
<i>Bodega producto final</i>	La bodega existente está debidamente señalizada y separada, las ventanas permiten la circulación de aire, el piso no cumple con la normativa ya que solo tiene aplicada pintura de tráfico pesado, el espacio cuenta con la tecnología que mide la temperatura y humedad requerida, en el espacio se desarrolla también la pulverización de la panela. lo cual no debería hacerse allí	No existe el espacio, el producto final es acumulado sobre el piso que no cumple con las normativas higiénico-sanitarias, lo cual permite la contaminación del producto por factores internos y externos	No existe el espacio, el producto final es acumulado sobre el piso que no cumple con las normativas higiénico-sanitarias, lo cual permite la contaminación del producto por factores internos y externos

<i>Análisis comparativo</i>				
<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Caso de estudio 1</i>	<i>Caso de estudio 2</i>	<i>Caso de estudio 3</i>	
<i>Zona melaza</i>	La melaza llega por tubería al cuarto definido para esto, el espacio se encuentra enchapado ya que permite su fácil limpieza.	No cuentan con una zona definida, dicho producto se almacena en tanques de plástico los cuales están ubicados en cualquier espacio del trapiche	No existe esta zona, la recolección se da de manera que no cumple con las normas sanitarias	
<i>Zona de bagazo</i>	Este espacio es amplio, de doble altura, por el tipo de hornilla cimpa es escalonada está ubicado al final del proceso y tiene una abertura donde entra el bagazo que va saliendo de la molienda y es usado como combustible para que el vapor suba hasta las hornillas y sean calentadas, está debidamente separado y señalizado, pero al ser un desecho usado como combustible en el espacio se corre el riesgo de que haya algún accidente	En este caso el bagazo no es usado como combustible, sino como desecho, lo cual hace que el lugar esté contaminado y se almacenen grandes cantidades de bagazo	En este caso el bagazo no es usado como combustible, sino como desecho, lo cual hace que el lugar esté contaminado	

Teniendo en cuenta el apartado anterior se realiza diagramas de flujo, por espacio existente y actividad en los tres casos, para así poder tener estructuradas las modificaciones y consideraciones para tener presentes para definir los lineamientos generales para cada zona.

Figura 21. Diagrama zona de carga, descarga, recepción, molienda y pre limpiadores

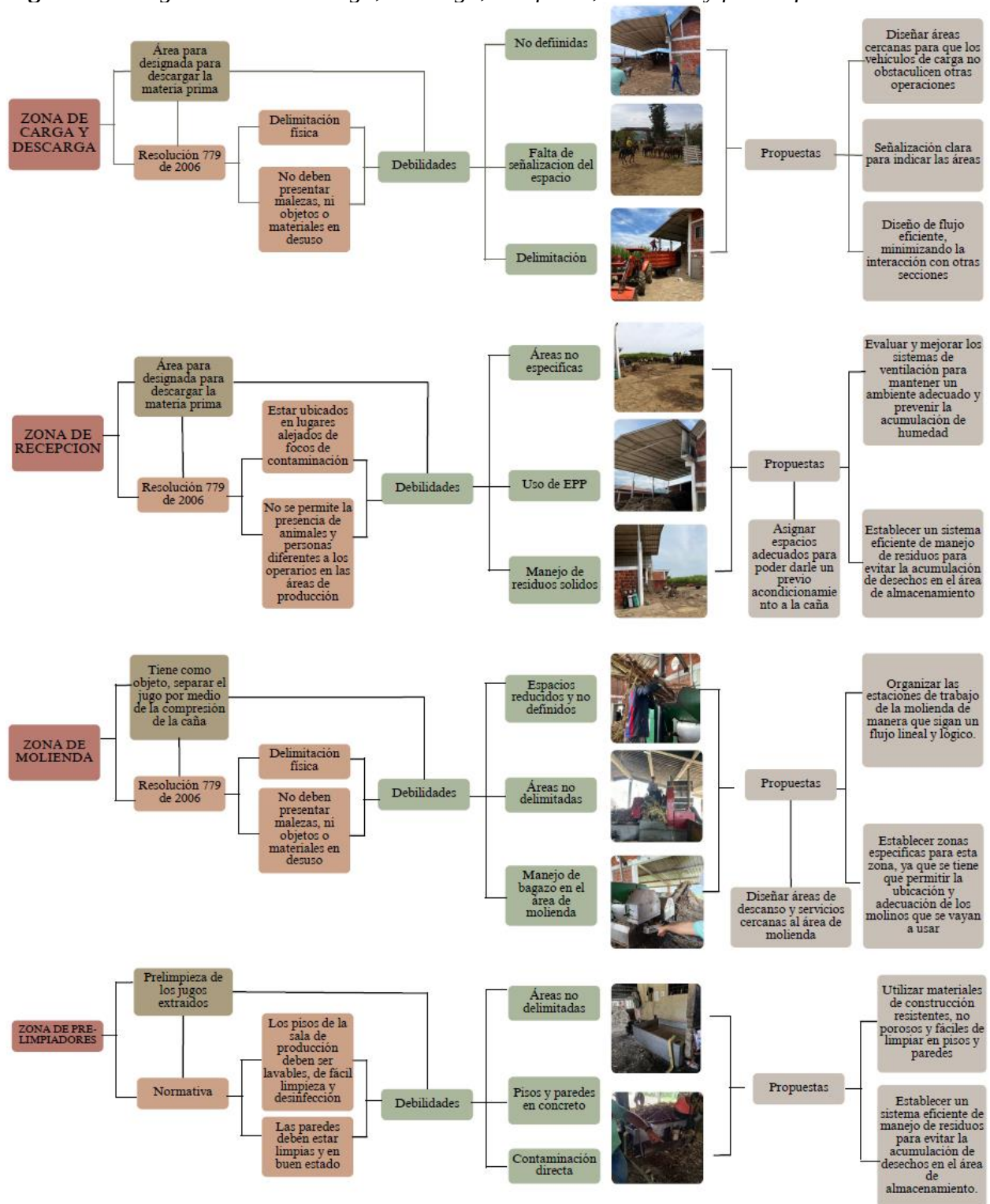


Figura 22. Diagrama de hornilla, moldeo, secado, embalaje

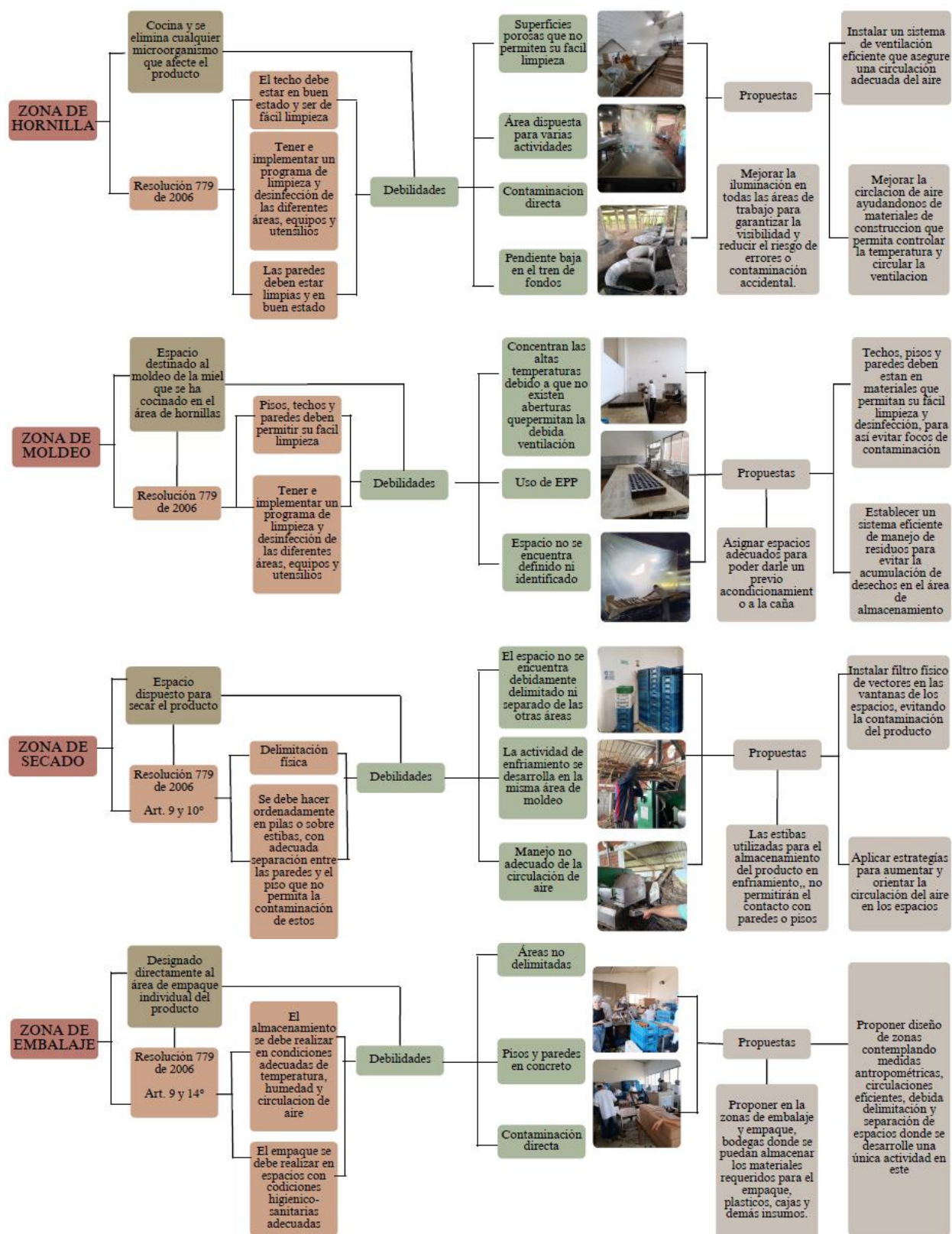
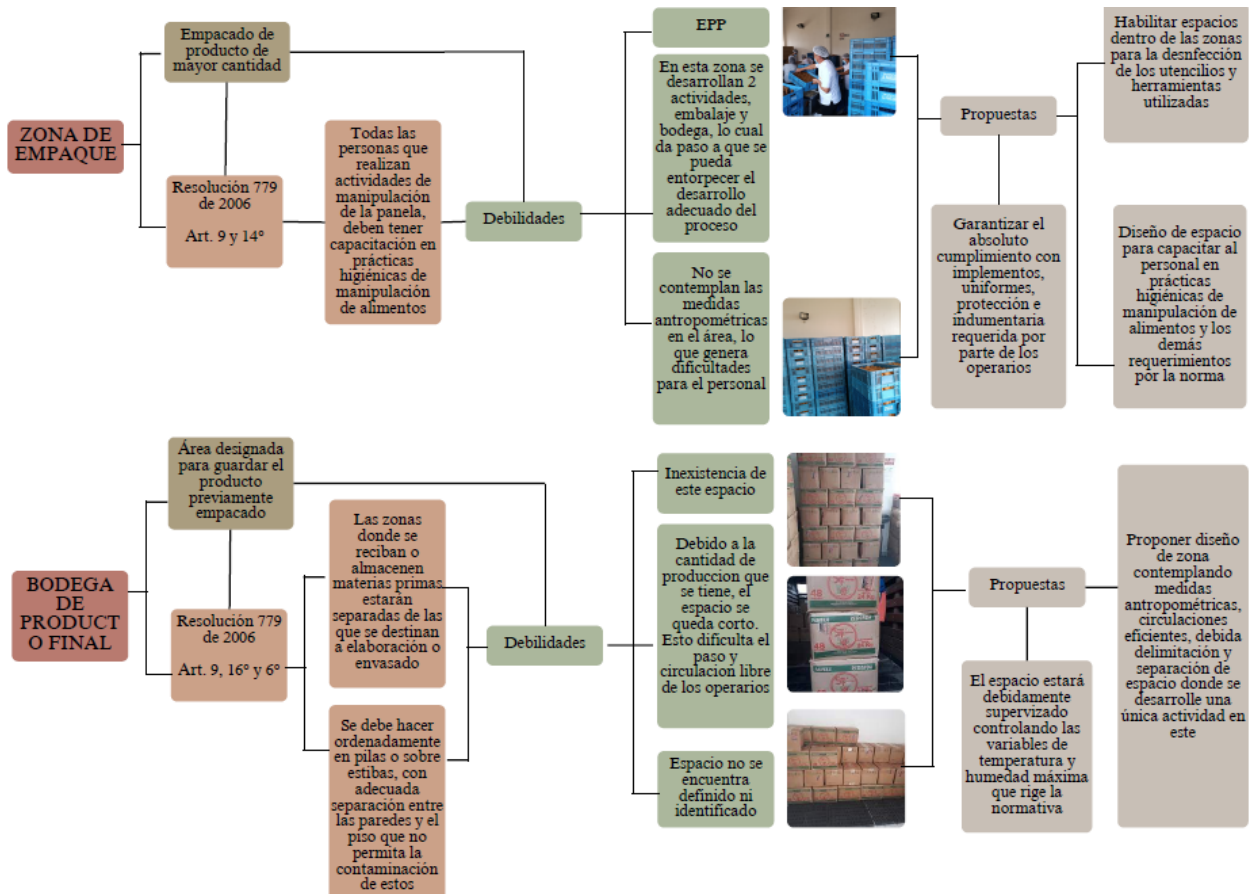


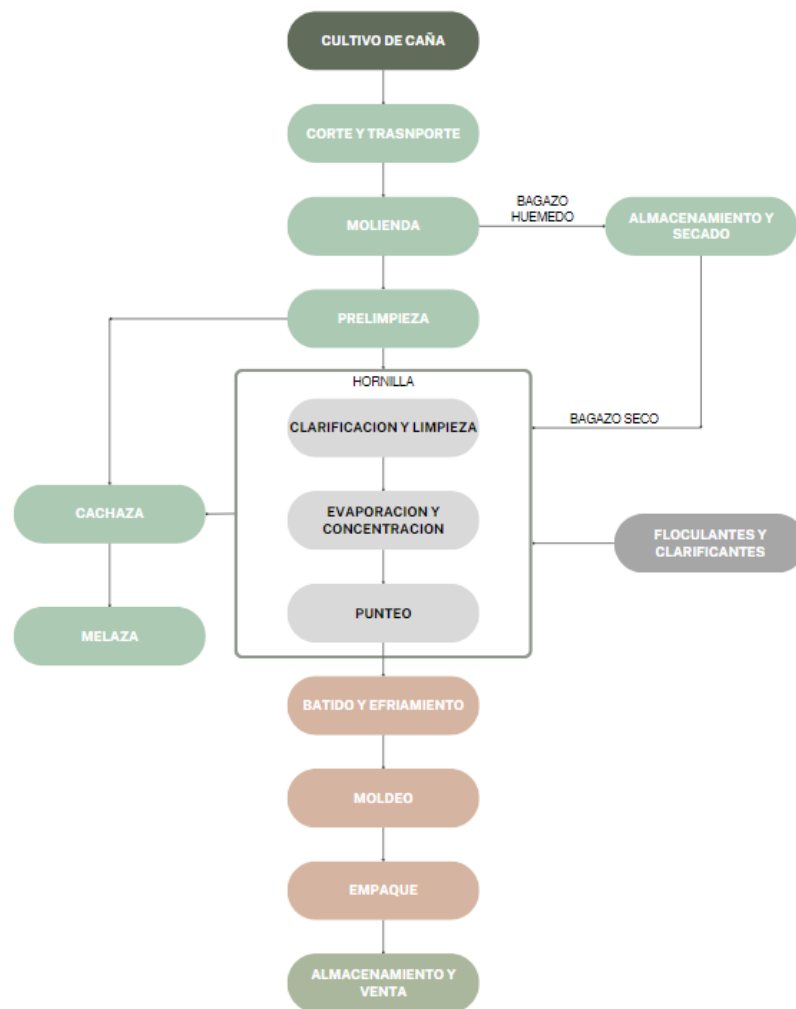
Figura 23. Diagrama empaque y bodega producto final



5. Lineamientos

5.1 Intenciones generales

Según información de Fedepanela, los departamentos de Santander y Boyacá registran una producción anual entre 57.707 y 167.374 toneladas en el año 2022 (Fedepanela, 2022), el municipio de San José de pare cuenta con más de 80 trapiches, en los cuales el proceso es el mismo, en lo que se diferencia es las condiciones sanitarias del proceso y en la cantidad de toneladas de producción por trapiche.

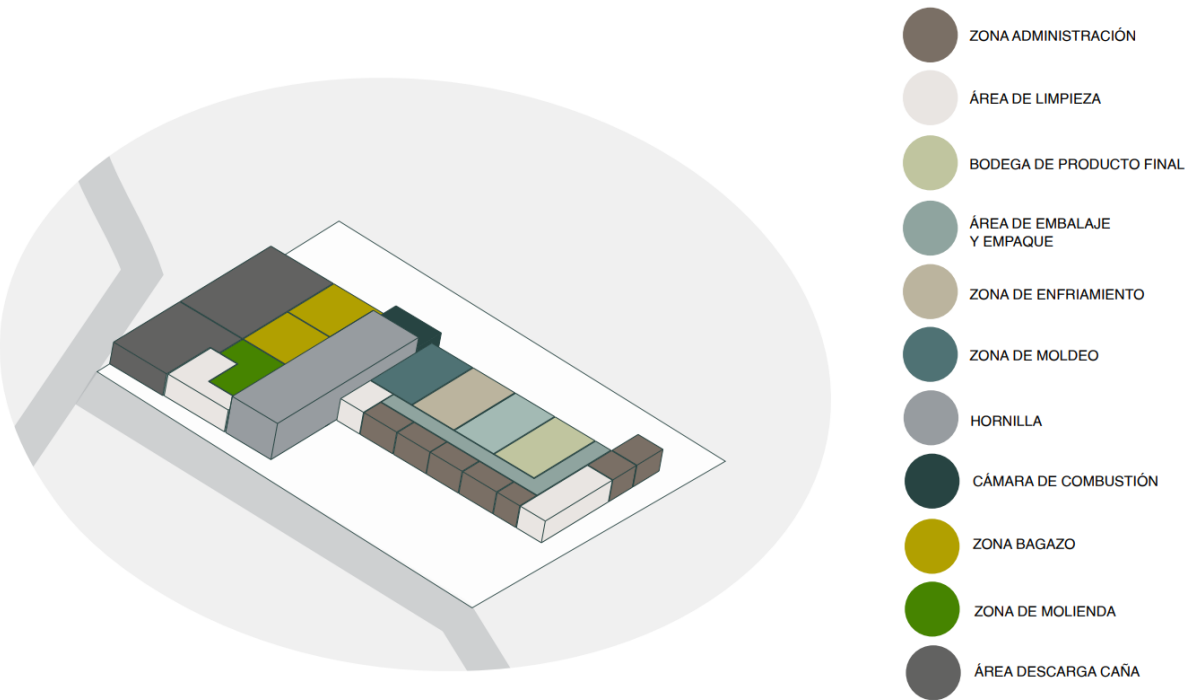
Figura 24. Diagrama de flujo de proceso de la elaboración de la panela

Se realiza el diagrama de flujo el cual permite establecer la línea de proceso, buscando siempre la continuidad y eficiencia de este, impidiendo el cruce de materias conectando entre las diferentes zonas que tienen mayor relación, desde el momento en que ingresa la materia prima hasta la salida del producto final, esto nos determina los espacios requeridos al momento de zonificar

5.2 Componente funcional, formal y técnico

5.2.1 Componente funcional

Figura 25. Organigramas relación de espacios



El área de la hornilla

Figura 26. Organigramas relación de espacios

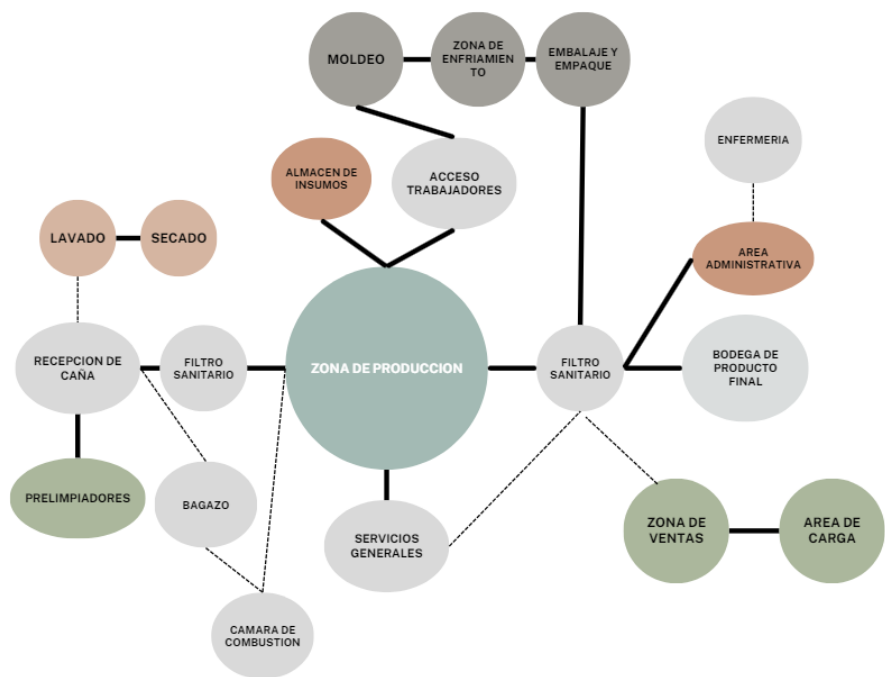
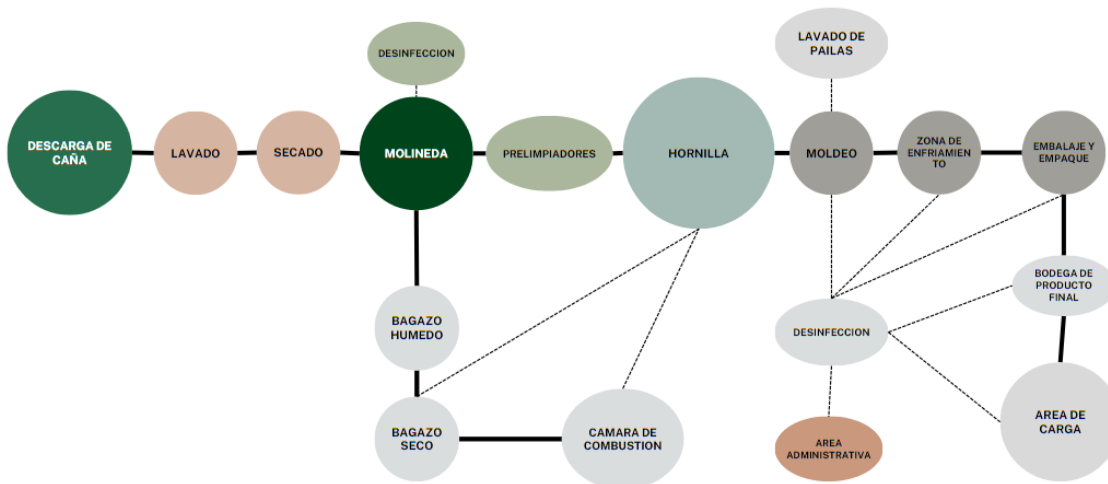


Figura 27. Organigrama línea de producción

Se organizan los espacios de manera que se respeten las diferentes circulaciones permitiendo el correcto funcionamiento del centro de procesamiento y producción de panela. El proceso de producción se organiza de forma lineal, lo que significa que cada etapa se sucede de manera secuencial y ordenada. Esta disposición ayuda a optimizar los tiempos y recursos, minimizando posibles retrasos o interrupciones en la cadena de producción. Además, se utiliza una distribución serpentin, que permite que el producto tenga movimiento fluido a lo largo de las diferentes etapas del proceso, ésta maximiza la eficiencia al garantizar que todo el producto esté en constante movimiento, evitando así cuellos de botella o congestiones en la línea de producción.

Figura 29. *Rutas de evacuación*



Figura 30. *Esquema isométrico ruta de evacuación*

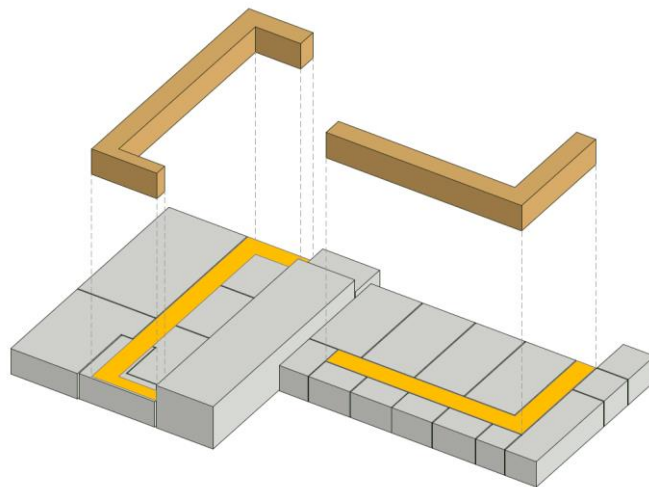


Tabla 5. *Cuadro de áreas*

Cuadro de áreas	
Zona	Área
Descarga de caña	147,42 m ²
Zona de lavado y secado de caña	96,81 m ²
Zona Bagazo húmedo	60,00 m ²
Zona Bagazo Seco	61,50 m ²
Molienda y Pre limpiadores	55,59 m ²
Área de desinfección	41,52 m ²
Hornilla (tren de fondos)	168,54 m ²
Cámara de combustión	28,56 m ²
Área de moldeo	64,31 m ²
Lavado de Pailas	17,49 m ²
Zona de enfriamiento	65,39 m ²
Área de embalaje y empaque	61,60 m ²
Bodega de producto final	62,63 m ²
Área de Limpieza	43,14 m ²
Área administrativa	102,35 m ²
Circulaciones (Ruta de evacuación)	46,84 m ²
Total	1123,69 m ²

5.2.2.1 Hornilla

Para el cálculo de la hornilla usamos la aplicación de HornillApp, que pertenece a la corporación de investigación agropecuaria (Agrosavia), la cual nos permite identificar qué tipo es viable para nuestro proyecto, para estos lineamientos se propone una hornilla tipo Cimpa Ward, la cual se usa sobre 100 hectáreas de caña disponible, el periodo vegetativo de 18 meses, para obtener una producción de panela anual de 700 toneladas.

También se sugiere un tipo de molino industrial como el siguiente:

Figura 31. Tipo de molino sugerido

VALOR APROXIMADO DE UN MOLINO: \$ 12,700,000.00				
MARCA	MODELO	KG POR HORA	DIESEL O GASOLINA (HP)	ELÉCTRICO (HP)
JM Estrada	Trapiche 3D	1200	16	12
Panelero	R5-S	1200	8	10

3D.jpg



(a) Trapiche 3D



(b) R5-S

Tomado de: informe generado HornillApp agrosavia

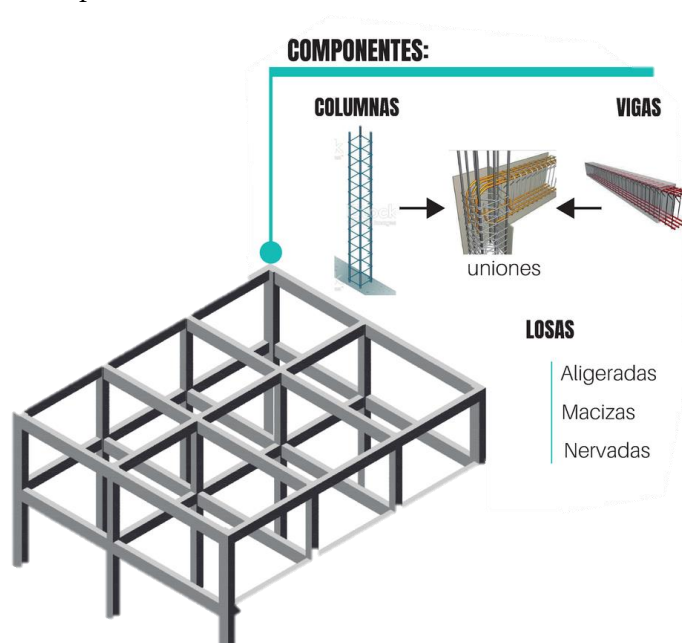
Algunas recomendaciones de construcción del centro: (ver apéndice A)

- Cumpliendo con la normativa sanitaria los alrededores del centro deben estar libres de posibles focos de infección.
- Las áreas de trabajo de cada subproceso deben estar delimitadas.
- Las áreas de procesamiento y empaque deben estar separadas de las áreas de recepción y desechos.
- Las uniones de las baldosas deben recubrirse de materiales plásticos que faciliten la limpieza.
- Las salientes de las paredes, dinteles de ventanas y suspensiones del techo deben ser curvas e inclinadas.
- Los pisos y las paredes se deben construir con materiales anticorrosivos, no absorbentes y de alto tránsito.

- Las áreas de procesos deben tener en el centro un canal de drenaje con 3° de inclinación y una parrilla removible para realizar su limpieza.
- Los pisos deben tener una leve inclinación (3°) para realizar el drenado.
- Los desagües deben tener rejillas de seguridad para impedir el paso de animales.
- Los ambientes deben ser ventilados.
- Los vapores deben contar con su propio escape para evitar la presencia de moho en paredes y techos.

Se recomienda que el trapiche sea construido con una estructura de sistema de pórtico, ya que la gran mayoría de regiones paneleras del país se encuentran en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta, pues este tipo de estructura tiene interconectados entre si todos sus elementos, lo cual permite que sea capaz de transmitir las fuerzas de corte y momentos flectores de un elemento a otro.

Figura 32. *Propuesta estructural*

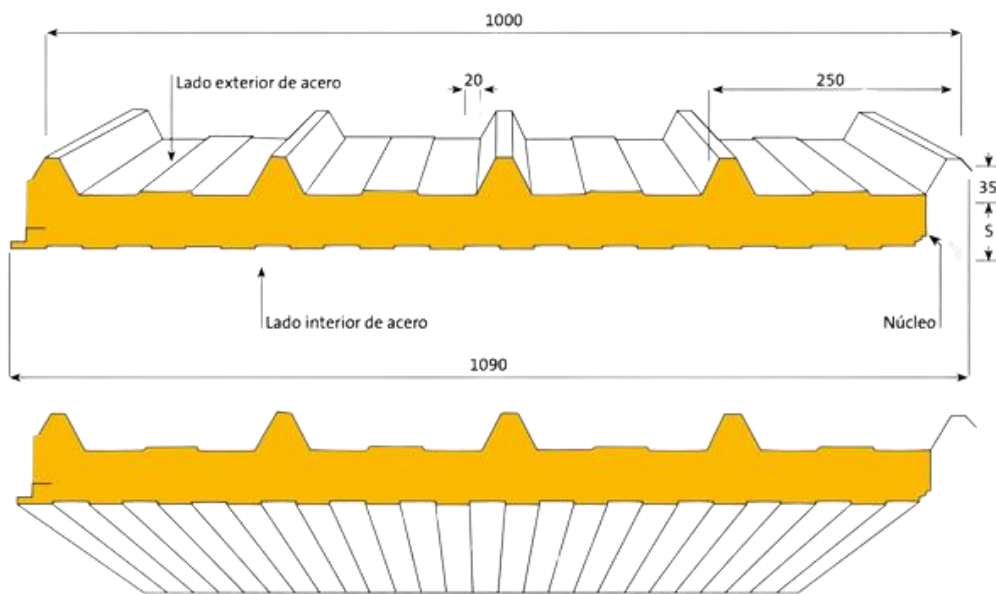


Tomado y Adaptado de: (Studocu, n.d.)

En el área de la hornilla para evitar que se puedan condensar los vapores donde se ubica el tren de fondo se sugiere manejar alturas mayores de 3 metros, pues esto con ayuda de la instalación de los extractores eólicos, que requieren una mínima corriente de aire para trabajar, ayudaran a evacuar dichos vapores.

Teniendo en cuenta lo anterior se propone un tipo de cubierta tipo sándwich a dos aguas. Están concebidos como cerramiento de cubiertas inclinadas con una pendiente mínima del 3% en cubiertas sin solape y del 6% en cubiertas con solape.

Figura 33. Tipo de cubierta



Tomado de: (takeAway Agency, n.d.)

5.3 Componente territorial

Para efectos de la presente investigación, el municipio de San José de Pare se eligió para determinar los lineamientos correspondientes al momento de elegir el lote.

San José de Pare es uno de los 13 municipios que conforman la hoya del río Suárez y éste se destaca por hacer parte de los principales municipios donde se concentra mayormente la

producción de panela, limita con Barbosa y Güepsa en el departamento de Santander, y con Togüí, Moniquirá, Chitaraque y Santana en Boyacá, es bañado por los ríos Suárez y Ubaza.

San José de Pare está conformado por el Casco Urbano y nueve veredas: Muñoces y Camachos, Maciegal, Guanomo, Guanomito, San Isidro Alto, San Jacinto y Chapa, Balsa y Resguardo, Santo Domingo, y San Roque. Este es un municipio netamente agrícola, su economía está basada en el cultivo de caña de azúcar para la fabricación de panela; cuenta con más de ochenta trapiches paneleros distribuidos en sus nueve veredas.

Después de realizarse una exploración exhaustiva, en distintos medios, conversando con empresarios y personas conocedoras del tema, se proponen las siguientes características que debe cumplir o se deben tener en cuenta en el momento de elección del lote para implantar un trapiche, seguidamente el análisis del lote seleccionado el cual se ubica en el departamento de Boyacá, municipio de San José de Pare, en la localidad de la vereda Balsa y Resguardo, sector El Pedregal.

Características:

Tabla 6. *Características lote*

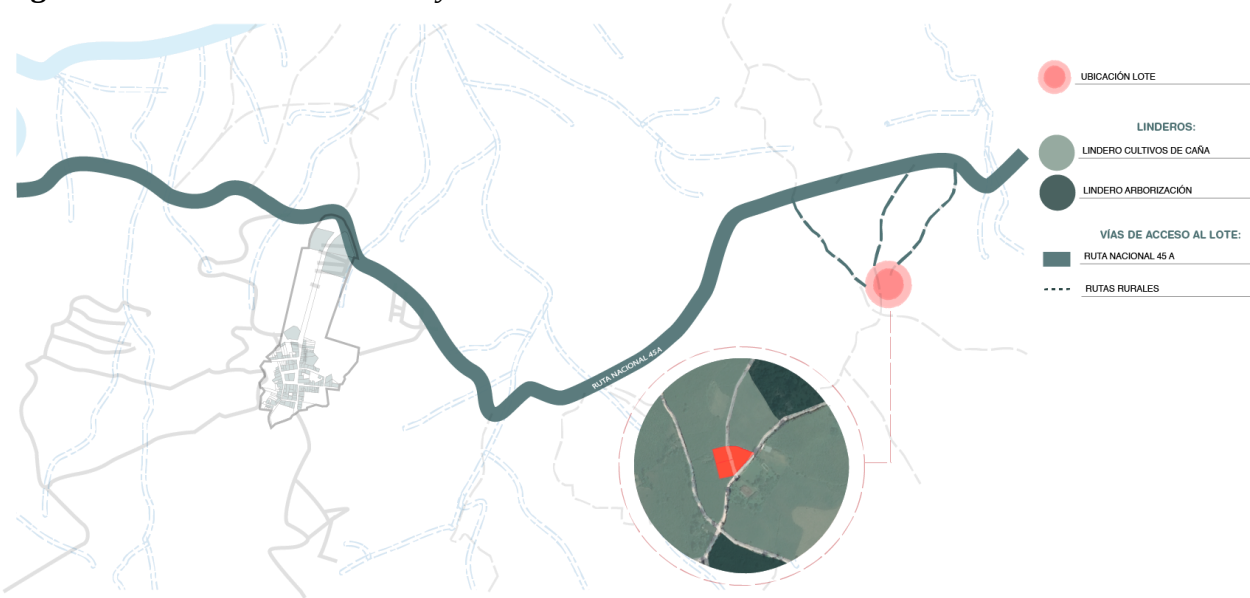
<i>Aspecto</i>	<i>Descripción</i>	<i>Requisito</i>
Lote	- Pendiente - Área Mínima - Accesibilidad - Cuerpos de agua - Linderos - Topografía - Arborización	6% a 12% 725m² - Vías de acceso al lote - Cercanos - Alejado del sector urbano - Curvas de nivel - Determinar con la autoridad competente su talado
Condiciones geográficas	- Clima	Frío, Templado y Cálido
Suelo	- Zona de amenaza sísmica	Intermedia
Ubicación	- Zona	Rural
	- Zona de riesgo	Bajo o intermedio mitigable, no ubicado en zonas de protección

Aspecto	Descripción	Requisito
Servicios	- Uso de suelo	Uso permitido para el funcionamiento del proyecto según POT, PBOT o EOT
	- Aspectos exteriores	Hitos
	- Disponibilidad de Servicios Públicos	Energía, acueducto y alcantarillado
	- Economía	Actividad económica

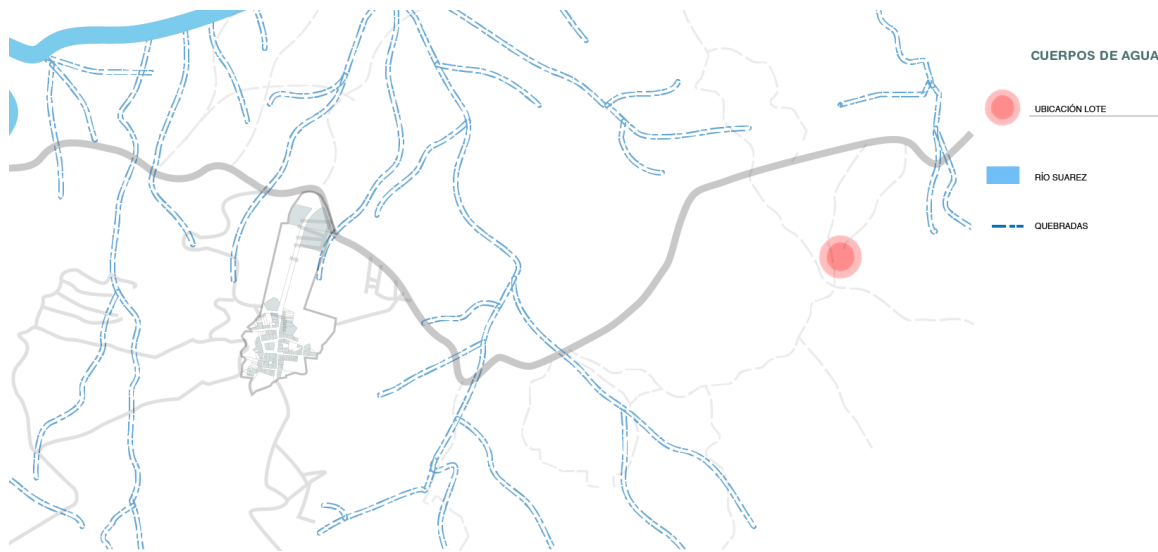
5.3.1 Análisis del sector y el lote

A. Vías de acceso y linderos

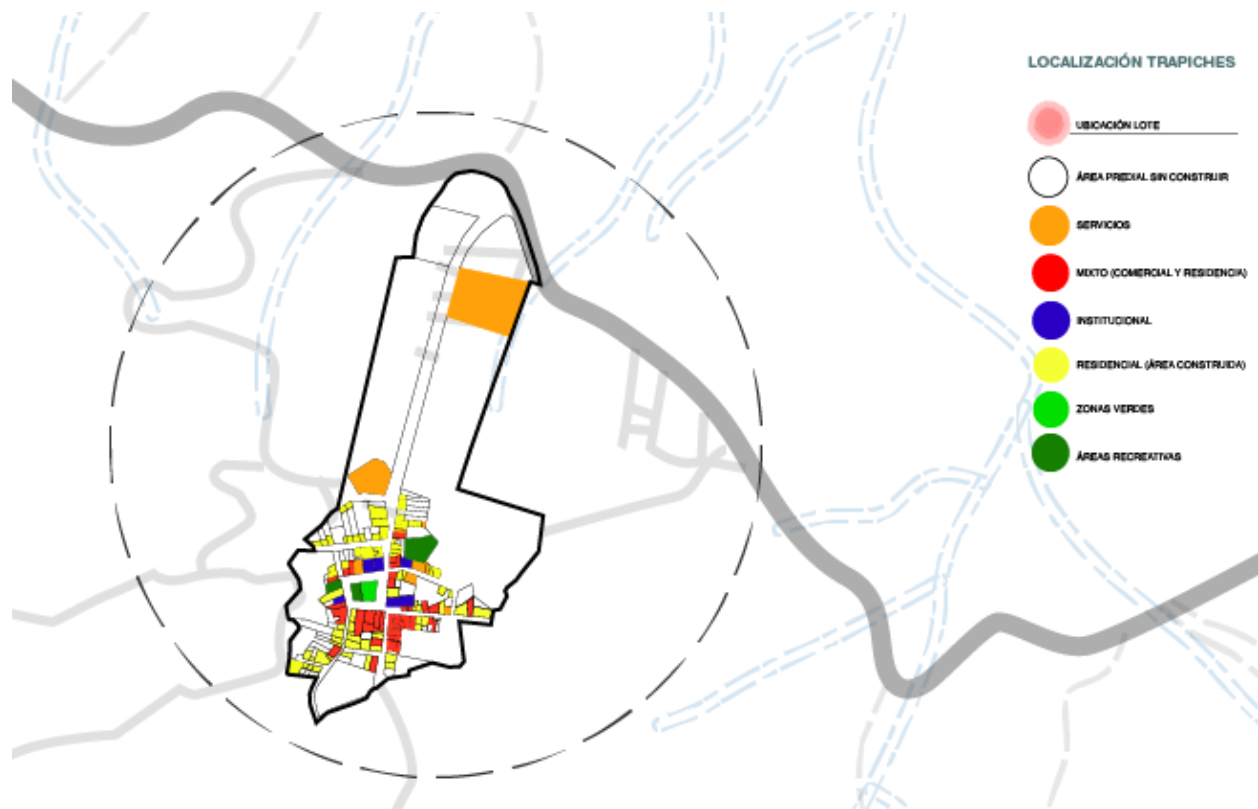
Figura 34. Vías de acceso al lote y linderos



El lote se encuentra ubicado en la vereda Balsa y resguardo, a pocos minutos de la vía nacional ruta 45, conecta con 3 carreteras rurales en buen estado que dan acceso al lote desde distintos puntos, colinda con cultivos de caña y arborización, de igual forma a menos de 5 minutos está ubicado el sector urbano del municipio.

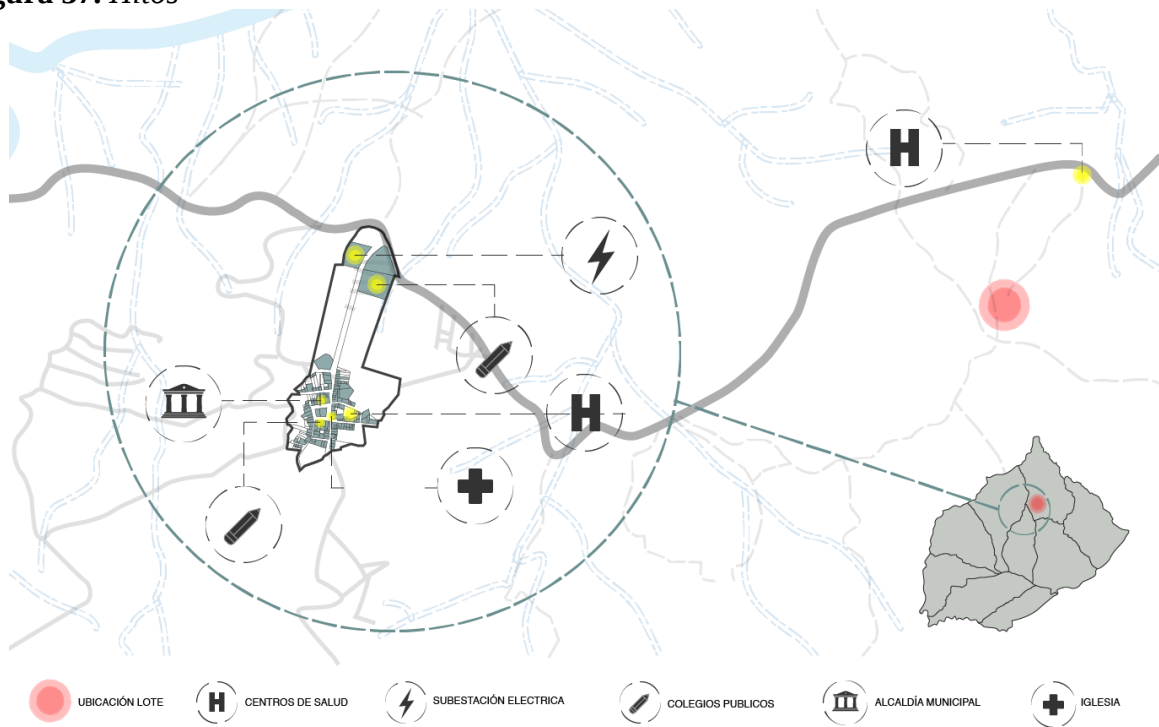
Figura 35. *Cuerpos de agua*

La cuenca del río Suarez alimenta el municipio y algunas de sus veredas con siete microcuencas, éstas son: quebrada San Jacinto, Quebrada Resguardo, Quebrada El Guamo, Quebrada Juan Rodríguez, Quebrada Los Pasos, Quebrada San Roque, Quebrada El Barro, siendo la Quebrada San Jacinto la que alimenta directamente el lote de implantación. De igual forma se investigó en el Esquema De Ordenamiento Territorial si la zona era afectada por erosión o amenazas por fenómenos naturales, ya sea por inestabilidad geotécnica, torrencial, avalanchas o inundaciones, obteniendo un resultado negativo.

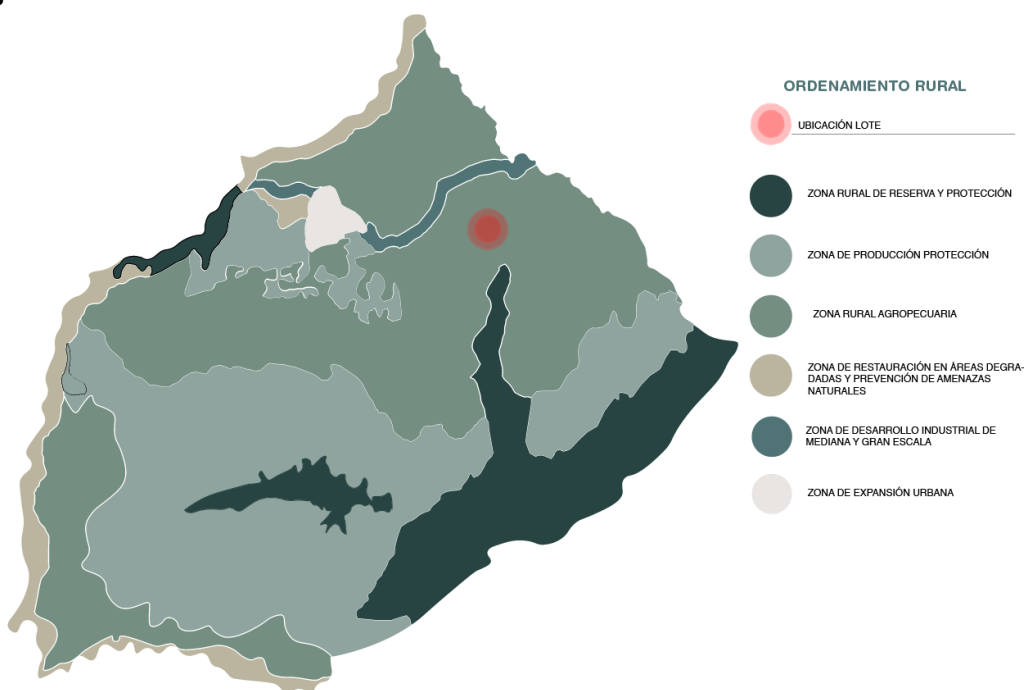
Figura 36. *Usos urbanos*

En el municipio se encuentran zonas de desarrollo urbanístico dentro del perímetro urbano, también áreas con presencia de patrimonio histórico y cultural, áreas destinadas para el futuro desarrollo, con el objetivo de aprovechar la ubicación estratégica del casco urbano sobre el eje vial de la troncal norte para estimular el desarrollo socioeconómico del municipio y fortalecer vínculos administrativos, comerciales y turísticos locales con otros centros regionales.

Figura 37. Hitos



El municipio cuenta con equipamientos dotacionales de suma importancia y que abastecen las necesidades básicas del sector y sus veredas.

Figura 38. Ordenamiento sector rural

Zona rural de reserva y protección: son áreas que demandan acciones de restricción y/o protección absoluta, por sus características geográficas, paisajísticas y ambientales, debido a la vulnerabilidad de su equilibrio, o por su significancia sobre el sistema ambiental municipal. Su función principal es la de actuar como reservas de flora, fauna, agua y suelo.

Zona de producción protección: áreas en ladera que, por sus condiciones edafológicas, de pendiente, climáticas y ventajas socioeconómicas comparativas, admiten un aprovechamiento agropecuario restringido o controlado.

Zona rural agropecuaria: áreas de topografía plana en pendientes hasta de 25% conformada por suelos edafológicamente adecuados para su utilización en producción agropecuaria semi intensiva e intensiva mediante la debida planificación y empleo de tecnologías limpias y sostenibles.

Zona de restauración en áreas degradadas y prevención de amenazas naturales: son áreas de uso productivo condicionado y/o restrictivo debido a que están afectadas por la acción erosiva o por la presencia de amenazas por fenómenos naturales, ya sea por inestabilidad geotécnica, torrencial, avalanchas o inundaciones. El manejo de estas zonas debe estar dirigido a su aislamiento para su recuperación natural o mediante la ejecución de obras de tipo biológico mecánico para la estabilización y control de sedimentos.

Zona agroindustrial: terrenos en los que se permite la construcción y operación de trapiches o de infraestructura para la transformación semi industrial de productos agrícolas que se deben regir por prácticas de manejo ambiental y por los principios de producción limpia. Podrán estar localizados en Zonas Rurales Agropecuarias y Zonas de Producción, Protección, previa autorización de la autoridad competente.

Zona de desarrollo industrial de mediana y gran escala: áreas destinadas y equipadas para la transformación de productos del sector primario y secundario que buscan aprovechar las ventajas comparativas del municipio (de oferta ambiental, de ubicación geográfica, de bajo costo de la tierra, cercanía a los mercados, etc.)

Zona de corredores viales de servicios rurales: son las franjas paralelas a la vía troncal del norte que pueden ser objeto de desarrollo turísticos, recreativos de apoyo y servicio de carretera diferentes pero compatibles al uso principal de la zona respectiva aprovechando las ventajas comparativas de integración espacio funcional que brinda el eje vial. Requiere para su funcionamiento el cumplimiento de los requisitos exigidos para la autoridad ambiental.

Zona de desarrollo urbanístico: área contenida dentro del perímetro urbano cuya función es dotar a los habitantes nucleados de vivienda, servicios públicos y sociales y brindarles servicios comerciales, financieros, culturales, religiosos, institucionales, deportivos, etc.

Figura 39. División político administrativa sector rural

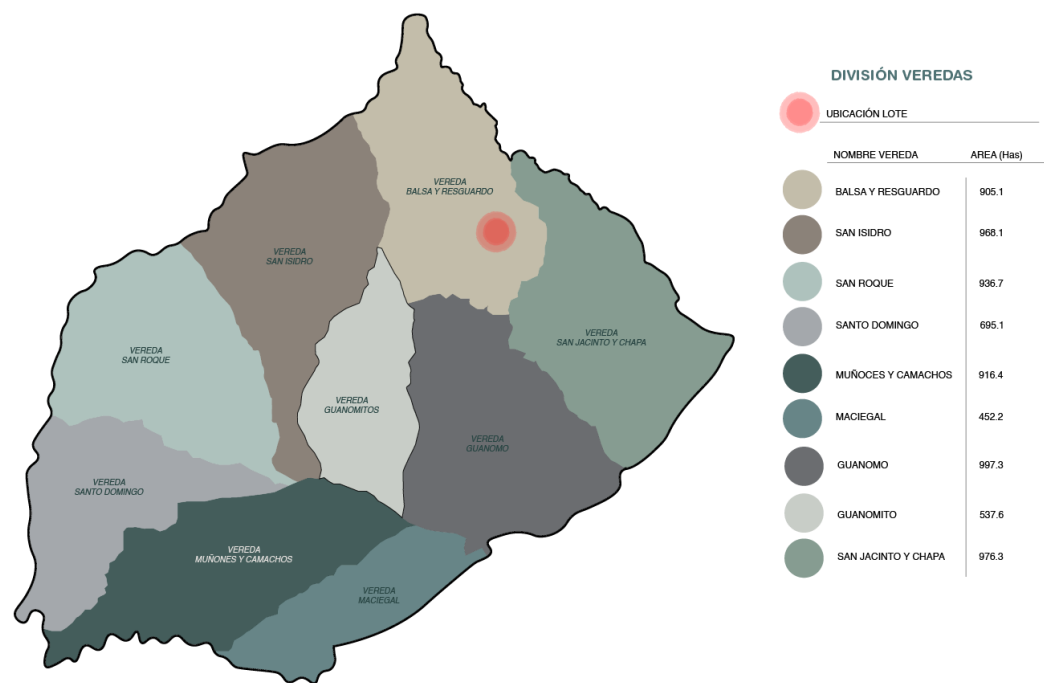
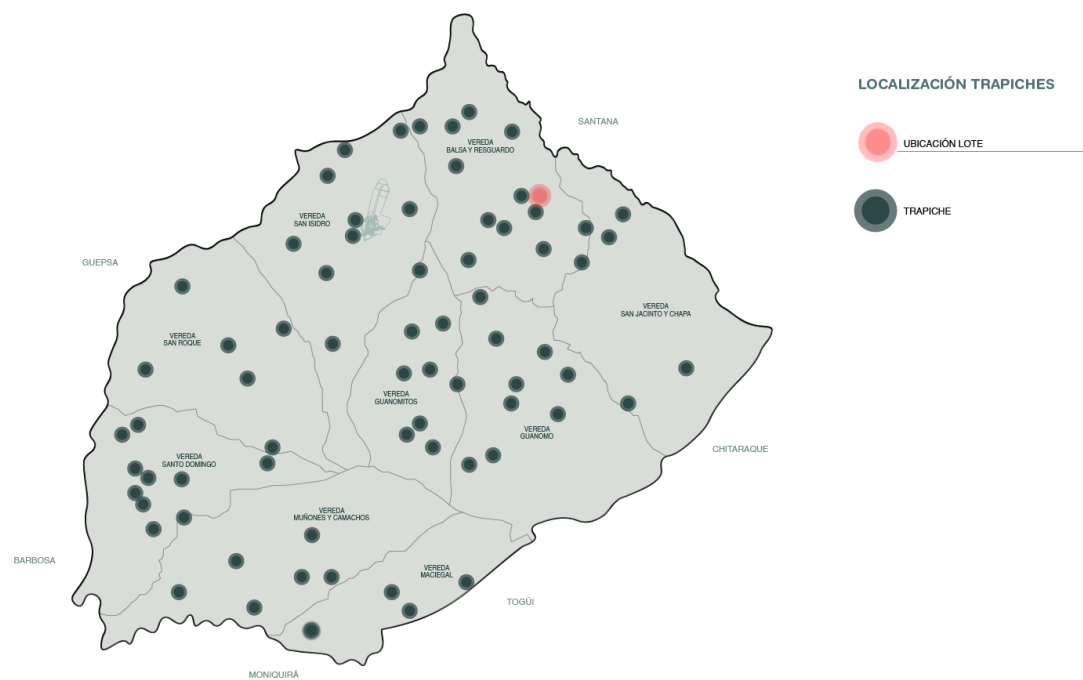
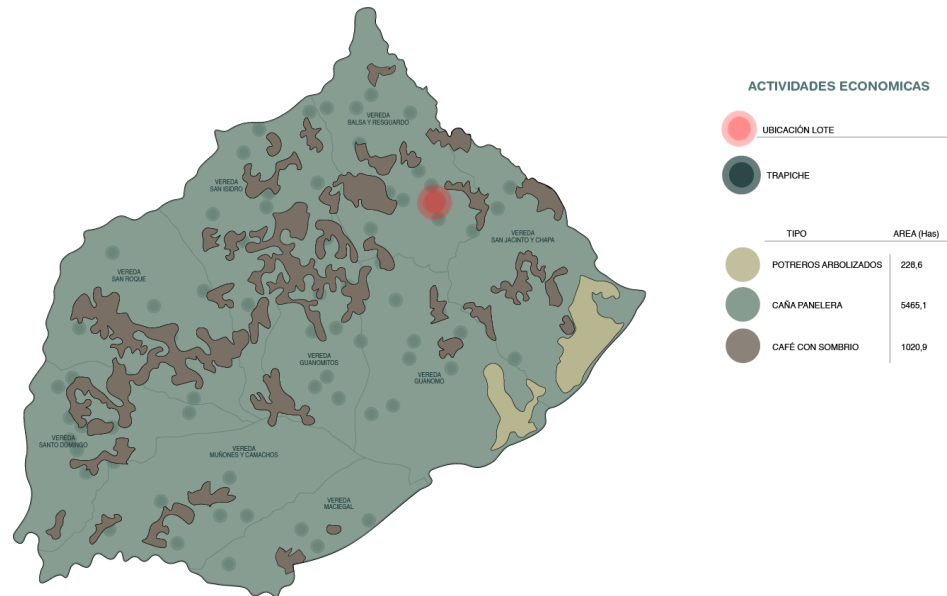


Figura 40. Localización trapiches



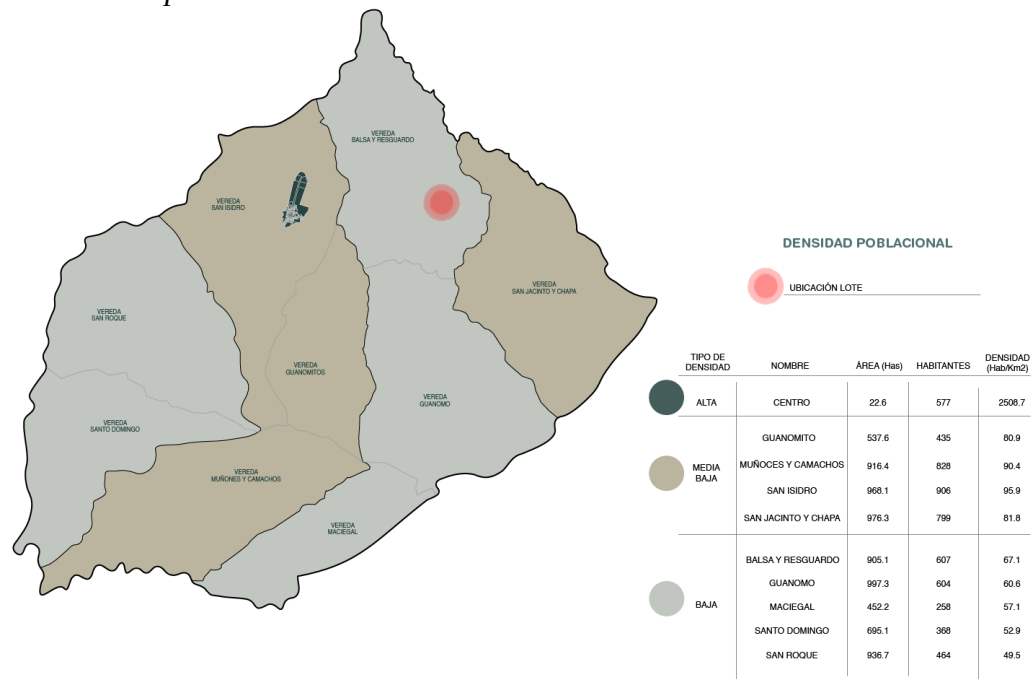
San José de Pare es un municipio netamente agrícola, su economía está basada en el cultivo de caña de azúcar para la fabricación de panela; cuenta con más de ochenta trapiches paneleros distribuidos en sus nueve veredas.

Figura 41. *Actividades económicas*



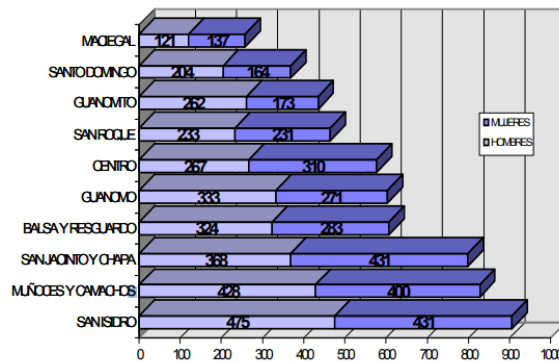
- *Potreros arbolados*: las especies dominantes son Grama natural asociada con Arrayán y Guayabo
- *Café sombrío*: variedad Colombia con sombrío de Plátano, Guamo, balso y algunos cítricos.

Figura 42. Densidad poblacional



La población censada de SAN JOSÉ DE PARE según el reporte del DANE para 1993, fue de 5.857 habitantes. No obstante, la población ajustada por el DANE, fue de 6.269 habitantes que corresponde al 0,5% de la población ajustada del departamento y el 6,5% de la población Provincial ajustada.

Figura 43. Distribución territorial de la población pareña por géneros 1998



Tomado de: promotor de salud 1998

La vereda más densamente poblada es San Isidro, con 95,9 hab./km², seguida por Muñoces y Camachos (90,4 hab./km²) y San Jacinto y Chapa (81,8 hab./km²). El casco urbano presenta una densidad de 2.508,7 hab./km².

De acuerdo con el análisis anterior concluimos los lineamientos generales para la elección de lote. Que en el municipio de San José de Pare el lote ubicado en la vereda Balsa y Resguardo, sector El Pedregal cumple con los componentes territoriales en los cuales se puede hacer la implantación del centro de procesamiento y producción de panela y poder contar con su cosecha en el lugar

6. Conclusiones

Al revisar la normativa vigente sobre las condiciones sanitarias y los requisitos para el procesamiento, almacenamiento y distribución de panela, se identifican las diferencias significativas entre la normativa y las prácticas observadas en los trapiches visitados. Se evidencia la necesidad de un mayor control y capacitación para los productores de panela, asegurando que los estándares sanitarios y técnicos sean cumplidos para mejorar la calidad del producto final.

Durante las visitas guiadas se identificaron tres tipos de hornillas: artesanal plana, semi cimpa y cimpa Ward, facilitando así el análisis de la diversidad en la producción de panela. Las diferencias en la infraestructura y en los procedimientos empleados afectan directamente la calidad y características del producto final. Se observó que algunos trapiches no cumplían con la normativa y presentaban deficiencias tanto en la infraestructura como en los procesos de higiene que no permiten que se haga producción de un producto inocuo.

El análisis técnico de las distintas clasificaciones mostró la necesidad de implementar mejoras en los diseños de los trapiches con el fin de mejorar tanto la eficiencia en la producción como la calidad del producto. Se identificó la relevancia de tomar en cuenta los aspectos territoriales, funcionales, formales y técnicos para proponer lineamientos generales para el centro y que no solo cumpla con la normativa, sino que también incorpore mejores prácticas de producción.

Se definieron lineamientos generales para el centro de procesamiento y producción de panela, que incorporan tecnologías más limpias y eficientes, mejoras en la disposición espacial para mejorar la eficiencia operativa, planteamientos y mejoras en las medidas de seguridad e higiene. También se sugiere la incorporación de áreas específicas para el almacenamiento y la distribución que cumplan con los estándares normativos.

El desarrollo de las estrategias se propone una cartilla que incorpore lineamientos generales, desde el componente territorial, formal y técnico. Teniendo en cuenta la modulación de los espacios para generar una zonificación lineal y seguir una secuencia limpia en el flujo del proceso, nos da solución a problemáticas identificadas a lo largo de la investigación, ya que los espacios de los casos de estudio no permitían el desarrollo de las actividades debido a los condicionamientos que se generaban al no tener un flujo de producción claro y lineal, espacios definidos y delimitados, viéndose así comprometido el desarrollo del producto. (ver apéndice A)

Entre los resultados que se obtuvieron a partir de las herramientas investigativas, se reconoció la deficiencia de normativa existente, que rija y se aplique en las plantas de producción de panela y su comercialización, en la actualidad se nota mayor interés por parte de los propietarios al hacer uso e interpretación de las normativas, sin embargo el cumplimiento de las normativas no es abarcado en su totalidad, lo cual genera que aún sean notables las deficiencias en los espacios, donde no se mejora la inocuidad de estos previniendo contaminación en el proceso y el producto final.

Para el manejo de los vapores en el área de hornilla se propone la instalación de sistemas de extracción eólicos en cubierta, los cuales deben contar con filtro sanitario, para evitar que entre cualquier contaminante, este elemento contribuirá a mantener el flujo de aire en esta zona que necesita buena ventilación.

Si bien los trapiches cumplen con algunos requisitos ya sean mínimos para la comercialización de la panela, es evidente que se debe hacer mejoras tanto en la seguridad del espacio de producción como la calidad sanitaria del producto final.

El análisis comparativo de los casos de estudio revela una brecha evidente: aunque ha habido avances en herramientas y maquinaria para la producción de panela, los propietarios de las

plantas aún no han optado por tecnificar, lo cual influye negativamente en el aumento en la producción del producto final, en la salud y seguridad del trabajador.

Referencias

- Ahumada González, J. (2015). Efectos de la tecnología utilizada en la producción panelera en las transformaciones ambientales de la Hoya del Río Suárez.
- Bernal, H. R. G., y Cortés, G. (2010). Hornillas para la producción de panela. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/306375186_Hornillas_para_la_produccion_de_panela
- Bernal, H. R. G., y Cortés, G. (s. f.). Hornillas para la producción de panela. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/306375186_Hornillas_para_la_produccion_de_panela
- Castrillón, J. C. (2024, 5 marzo). ¿Qué es la agroindustria en Colombia? - Agro enlace. *Agroenlace*. <https://agroenlace.co/que-es-la-agroindustria-en-colombia/>
- Díaz Adarme, Y. (2019). *Patrimonio Cultural Agroindustrial Panelero Estudio comparativo Maripí y Santana Boyacá*. Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia.
- Hidalgo, U. A. D. E. (2020, 5 enero). Prototipo | Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3. Recuperado 9 de septiembre de 2020, de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/view/5198>
http://documentacion.IDEAM.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=15858&yshelfbrowse_item-number=16695.
- <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7246/1/2142125-2019-1-EF.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 1997. Sistema de información para la evaluación ambiental de sectores productivos.
- Ministerio de agricultura y desarrollo Rural. (2006) El sector panelero colombiano. Bogotá

Murcia-Pardo ML, Ramírez-Durán J. (2017). Reconversión del sistema regional de producción de caña para la agroindustria panelera en Boyacá y Santander. Corpoica

Ordoñez-Díaz, Martha Melizza, y Rueda-Quinóñez, Laura Viviana. (2017). Evaluación de los impactos socioambientales asociados a la producción de panela en Santander (Colombia). Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 18(2), 379-396.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:637

Ortega, C. (2023, 6 julio). Matriz de correlación: Qué es, cómo funciona y ejemplos. QuestionPro.
<https://www.questionpro.com/blog/es/matriz-de-correlacion/#:~:text=Una%20matriz%20de%20correlaci%C3%B3n%20es,relacionan%20entre%20s%C3%AD%20distintas%20cosas.>

Osorio, G. (2007) Manual técnico. Buenas prácticas agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura –BPM en la producción de caña y panela. Corpoica, Convenio FAO-MANA. Recuperado de <http://www.fao.org.co/manualpanela.pdf>

Pineda, E. (2024, 4 enero). Matriz DOFA: ¿Qué es y cómo hacer el análisis? | Elenas. Elenas.
<https://www.elenas.co/blog/matriz-dofa-que-es-para-que-sirve-y-por-que-es-importante-elenas>

PRIETO, D. (2018). LA TECNIFICACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR La productividad agropecuaria en Colombia
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7246/1/2142125-2019-1-EF.pdf> (1.a ed., Vol. 1).

S. y., S., (2022). Procesos industriales: ¿qué son y cuántos tipos existen? [en línea] Escuela de Postgrado Industrial. Disponible en: <https://postgradoindustrial.com/procesos-industriales-que-son-y-cuantos-tipos-existen/>

S/f, (2018). Gov.co. proyectos tipo trapiche. Bogotá, Colombia: Departamento nacional de planeación de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/Trapiches/PTtrapiches.pdf>.

Sandoval Sandoval, G. (1996). Molinos paneleros | Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Recuperado de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO1999000498>

Sandoval, G. (1996). *Hornillas paneleras..* Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/452>.

Studocu. (n.d.). *Sistema aporticado Análisis y Generalidades del Sistema - Sistema Aporticado COMPONENTES: COLUMNAS - Studocu.*

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/introduccion-a-la-estructuras/sistema-aporticado-analisis-y-generalidades-del-sistema/14314390>

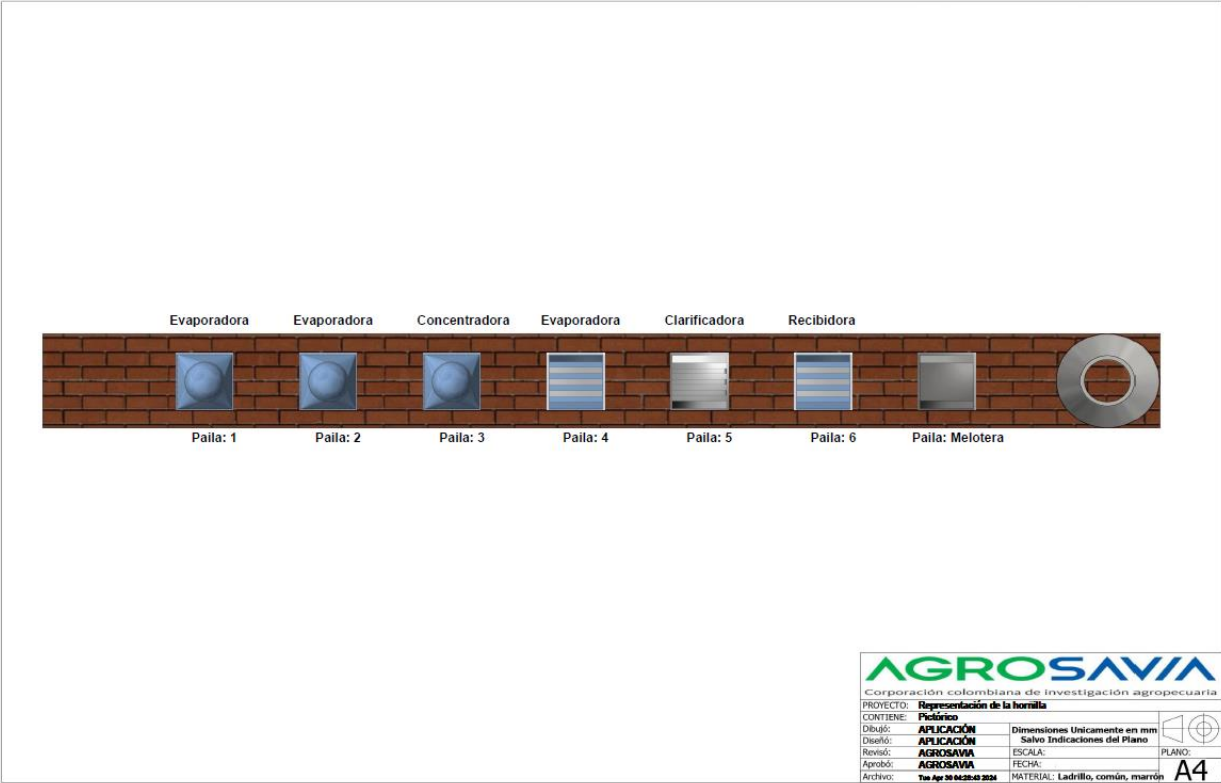
takeAway Agency. (n.d.). *Panel Basic Cubierta 5 grecas | Paneles ACH.*
<https://www.panelesach.com/panel-basic-cubierta-5-grecas>

Vergara, R., Rodríguez, L., y Alarcón, Y. (2018). *Estudio de caracterización de la actividad productiva del sector de la caña panelera en la Hoya del Río Suárez.*
<https://www.redalyc.org/journal/5713/571360729002/html/#gf5>

Apéndices

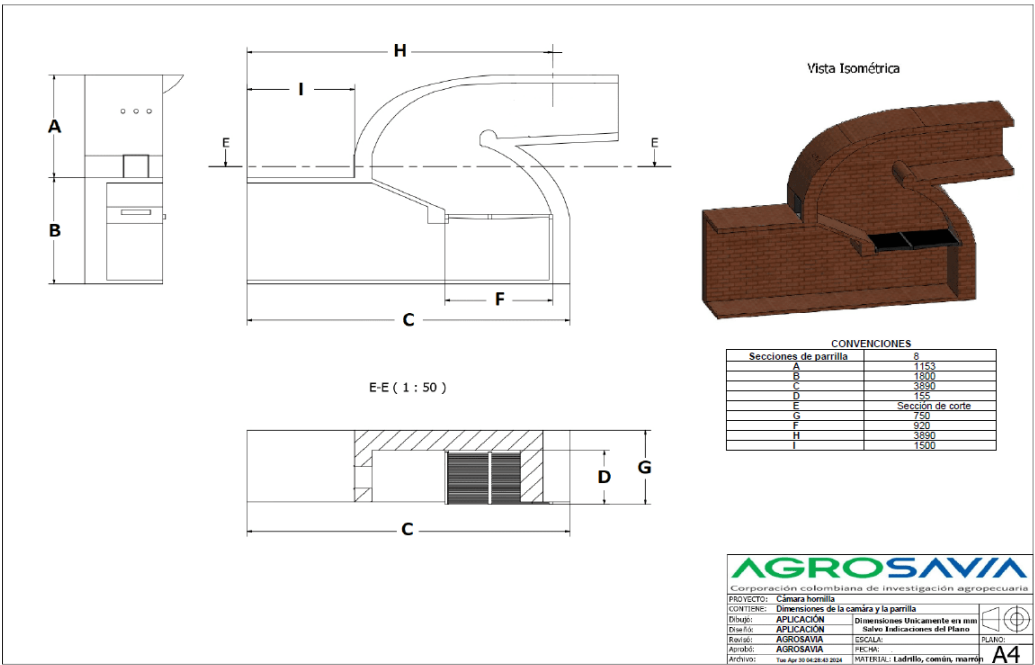
Apéndice A. Lineamientos para la hornilla

Figura 44. Representación de la hornilla en planta



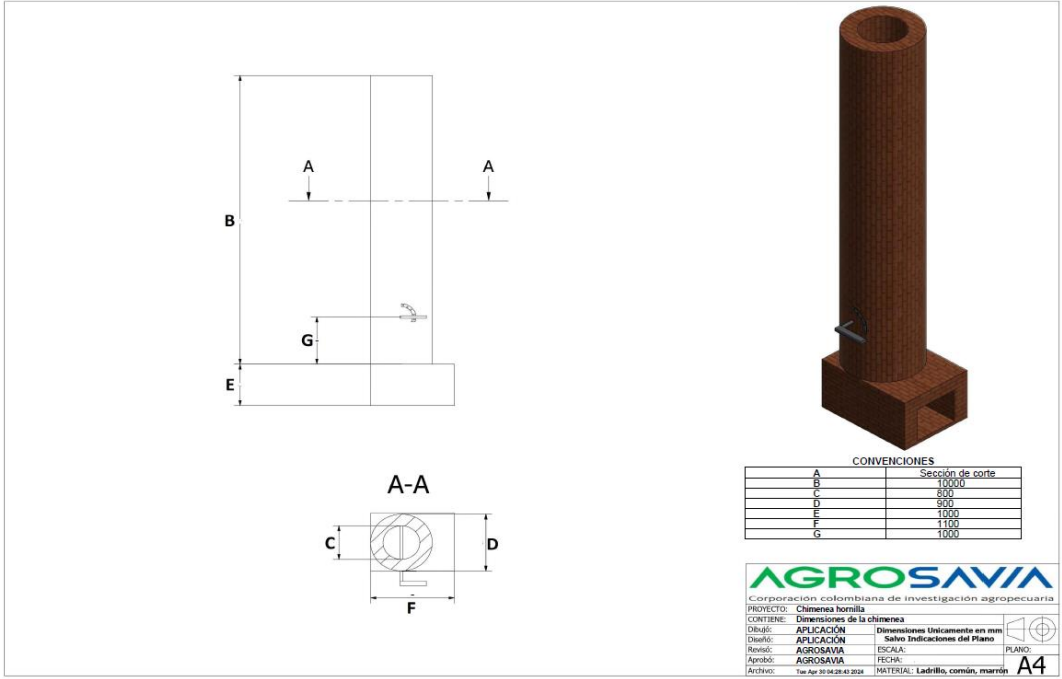
Tomada de: informe generado HornillApp – Agrosavia, 2024

Figura 45. Representación y detalle de la cámara de la hornilla



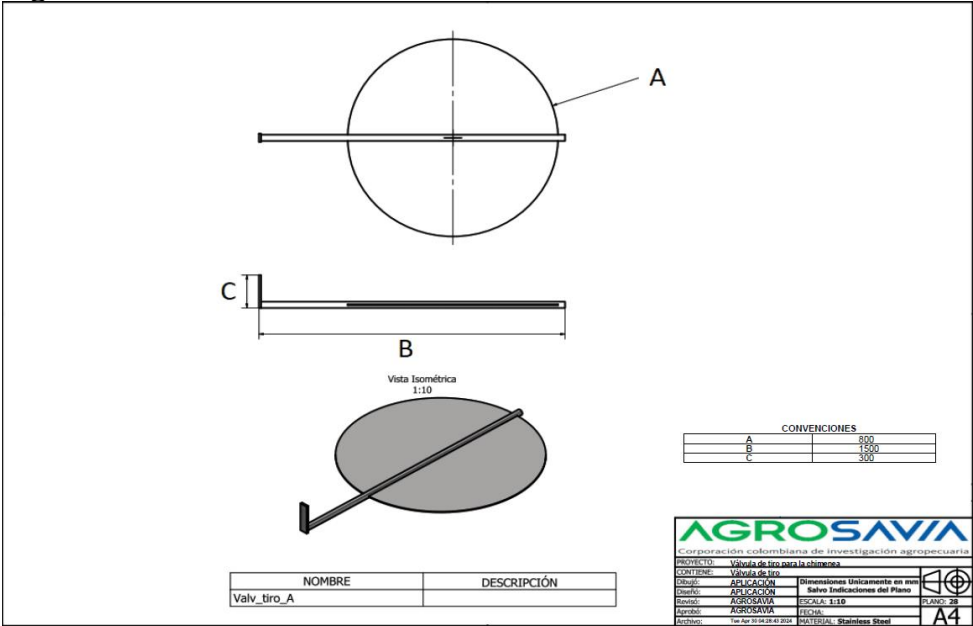
Tomada de: informe generado HornillApp – Agrosavia, 2024

Figura 46. Chimenea



Tomada de: informe generado HornillApp – Agrosavia, 2024

Figura 47. Válvula de tiro



Tomada de: informe generado HornillApp – Agrosavia, 2024