

**CENTRO AGROINDUSTRIAL DE CAÑICULTURA: IMPULSO AL DESARROLLO DE LA PROVINCIA DE
GUALIVÁ A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN PRODUCTIVA**

Néstor David Martínez Rodríguez, Santiago Mora Valero



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2026

**Centro agroindustrial regional de cañicultura: Impulso al desarrollo de la provincia de Gualivá
a través de la innovación productiva.**

Néstor David Martínez Rodríguez, Santiago Mora Valero

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto.

Director: Arq. Mg. Yuber Alberto Nope Bernal

Co-director Arq. Mg. Edgar Eduardo Roa



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2026

Dedicatoria: Néstor David Martínez Rodríguez

Dedico esta tesis, ante todo, a Dios, por iluminar mi camino y sostenerme incluso en los momentos más difíciles de este trayecto académico. A mi papá, quien me enseñó la disciplina, la constancia y el valor de trabajar y estudiar con propósito. A mi mamá, por su amor infinito, por su forma única de cuidarme, por su dedicación incansable y por cada enseñanza que ha marcado profundamente la persona que soy hoy.

A mis hermanos mayores, que aun desde la distancia han sido ejemplo, compañía y un recordatorio constante de que nunca camino solo. Y, en el más allá, a mi abuelita Flor, cuya partida nunca apagó su presencia; su amor y esa energía que me acompaña en este camino llamado vida.

Dedicatoria - Santiago Mora

En dedicatoria a mis padres, por todos los años de apoyo incondicional, por guiarme, formarme e instruir con carácter y amor. Gracias a ustedes soy el hombre en el que me he convertido y debo este logro a su ejemplo como excelentes profesionales y, sobre todo, como ejemplares padres y personas. A mi hermano Gabriel, como mi ejemplo de perseverancia y superación; espero que, así como mis padres, yo te dé el ejemplo correcto para tu vida.

Por último, pero no menos importante, se la dedico a mi abuelo Apolinar, aunque tú presencia ya no esté físicamente presente, se manifiesta en tus enseñanzas de ser un hombre que cuida y vela por su familia. Solo admiración y venero tu memoria con el fruto de mis estudios.

Tabla de contenido

RESUMEN	11
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I: FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
TEMA	
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
ÁRBOL DE PROBLEMAS	22
PREGUNTA PROBLEMA	
JUSTIFICACIÓN	23
OBJETIVOS	30
<i>OBJETIVO GENERAL</i>	
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	
HIPÓTESIS	31
CAPÍTULO II: MARCOS DE REFERENCIA	32
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	
<i>MARCO HISTÓRICO</i>	35
<i>MARCO CONTEXTUAL</i>	38
<i>MARCO CONCEPTUAL</i>	48
<i>MARCO TEÓRICO</i>	52

SACCHARUM GUALIVÁ: CENTRO AGROINDUSTRIAL DE CAÑICULTURA	6
<i>MARCO LEGAL</i>	53
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	60
TIPO DE INVESTIGACIÓN	
ANÁLISIS DE DATOS	61
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO Y/O URBANO	
CAPÍTULO V: IMPLEMENTACIÓN DIPLOMADO EN NUEVAS TECNOLOGÍAS DIGITALES: OPEN BIM	95
MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN	
CONCEPTOS BÁSICOS	96
NORMAS Y ESTÁNDARES	98
GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN	99
TRABAJO COLABORATIVO	101
INTEROPERABILIDAD	102
MÓDULO 3: MODELADO DE LA EDIFICACIÓN	104
MODELADO ESTRUCTURAL	106
MODELADO ARQUITECTÓNICO	108
MODELADO DE REFES MEP	112
MÓDULO 4: COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES, DOCUMENTACIÓN Y TIEMPOS	117
ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS	
CREACIÓN DE INFORMES DE COORDINACIÓN	120
ABSTRACCIÓN Y GESTIÓN DE CANTIDADES	121

PLANIMETRÍA Y DOCUMENTACIÓN	122
SIMULACIÓN DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS	127
MÓDULO 5: REALIDAD VIRTUAL AUMENTADA	129
EXPORTACIÓN A IFC	130
RENDERIZACIÓN EN TIEMPO REAL	131
FOTOMETRÍA Y RETOQUE FOTOGRÁFICO 3D	132
FONDOS CLIMÁTICOS: MANEJO DE LUCES, SOMBRAS Y REFLEJOS	
VISUALIZACIÓN DEL MODELO 3D	134
REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA	138
CONCLUSIONES BIM	139
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
LISTA DE REFERENCIAS	141
ANEXOS	146

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Trapiche de la vereda San Carlos.</i>	22
Figura 2. <i>Árbol de problemas provincia de Gualivá.</i>	26
Figura 3. <i>Ranking Top 10 países de mayor producción de caña de azúcar. 2023.</i>	27
Figura 4. <i>Gráfica de participación (%) de la producción agropecuaria (ton) de cultivos agroindustriales en el área rural dispersa censada.</i>	28

Figura 5. <i>Gráfica de participación (%) de la producción agropecuaria (ton) de cultivos agroindustriales en el área rural dispersa censada.</i>	31
Figura 6. <i>Diagrama línea de tiempo.</i>	39
Figura 7. <i>Trapiche indígena.</i>	40
Figura 8. <i>Hornilla tipo Plana Cimpa de dos cámaras.</i>	41
Figura 9. <i>División político-administrativa de Cundinamarca.</i>	43
Figura 10. <i>Clasificación climática de Cundinamarca.</i>	45
Figura 11. <i>Distribución de los déficits y excesos de humedad en el departamento de Cundinamarca.</i>	46
Figura 12. <i>División política y localización de la provincia de Gualivá.</i>	47
Figura 13. <i>Población estimada de la provincia de Gualivá.</i>	48
Figura 14. <i>Mapa de ubicación geográfica del municipio de Villeta.</i>	49
Figura 15. <i>Población desagregada por sexo y área en 2024.</i>	51
Figura 16. <i>Pirámide poblacional - Municipio de Villeta.</i>	52
Figura 17. <i>Diagrama de marco conceptual.</i>	53
Figura 18. <i>Esquema de marco teórico.</i>	57
Figura 19. <i>Diagrama esquemático marco legal.</i>	58

Figura 20. <i>Diagrama metodología de investigación</i>	65
Figura 21. <i>Mapa de diagrama de diagnóstico regional.</i>	76
Figura 22. <i>Mapa de análisis - Escala municipal.</i>	77
Figura 23. <i>Diagrama contextual - Predio de intervención.</i>	78
Figura 24. <i>Diagrama de prelación vial.</i>	79
Figura 25. <i>Ilustración perfil vial - Ruta Nacional 50.</i>	80
Figura 26. <i>Diagrama - Línea férrea.</i>	81
Figura 27. <i>Diagrama de impactos ambientales.</i>	
Figura 28. <i>Gráfica resultados pregunta N.º 1 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	84
Figura 29. <i>Gráfica resultados pregunta N.º 2 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	85
Figura 30. <i>Gráfica resultados pregunta N.º 3 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	86
Figura 31. <i>Gráfica resultados pregunta N.º 4 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	87
Figura 32. <i>Gráfica resultados pregunta N.º 5 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	88
Figura 33. <i>Gráfica resultados pregunta N.º 6 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	89
Figura 34. <i>Gráfica resultados pregunta N.º 7 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	90
Figura 35. <i>Gráfica resultados pregunta N.º 8 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	91

Figura 36. <i>Gráfica resultados pregunta N.º 9 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	92
Figura 37. <i>Ilustración dimensiones BIM.</i>	97
Figura 38. <i>Ilustración de roles BIM.</i>	98
Figura 39. <i>Ilustración de niveles de detalle (LOD).</i>	
Figura 40. <i>Ilustración norma ISO 19650.</i>	99
Figura 41. <i>Ilustración resolución 0441 de 2020.</i>	
Figura 42. <i>Esquema de alcances del formato EIR.</i>	100
Figura 43. <i>Diagrama de funciones BEP.</i>	101
Figura 44. <i>Captura de pantalla - Plataforma usBIM.platform.</i>	102
Figura 45. <i>Logo BIM Collaboration Format - (BCF).</i>	103
Figura 46. <i>Logo Industry Foundation Classes - (IFC).</i>	104
Figura 47. <i>Logo BIM Collaboration Format - (BCF).</i>	
Figura 48. <i>Definiciones y lineamientos preliminares.</i>	105
Figura 49. <i>Alcance e interoperabilidad.</i>	106
Figura 50. <i>Logo plataforma BIMserver.center.</i>	
Figura 51. <i>Navegador de proyectos - Revit 2025.</i>	107
Figura 52. <i>Estructura general del proyecto - Revit 2025.</i>	108
Figura 53. <i>Sección estructural del proyecto con detalle de refuerzo en zapata aislada.</i>	109
Figura 54. <i>Modelado arquitectónico + modelado estructural general.</i>	110
Figura 55. <i>Barra de herramientas - Pestaña de Arquitectura.</i>	111

Figura 56. <i>Elementos arquitectónicos empleados.</i>	
Figura 57. <i>Sección isométrica: Muros celosía.</i>	112
Figura 58. <i>Sección isométrica: Punto fijo - Escalera.</i>	113
Figura 59. <i>Isometría: Modelado de redes sanitarias y de suministro.</i>	114
Figura 60. <i>Sección en planta: Redes de fontanería.</i>	115
Figura 61. <i>Axonometría: Redes eléctricas.</i>	116
Figura 62. <i>Axonometría: Redes mecánicas HVAC.</i>	117
Figura 63. <i>Función: Comprobación de interferencias.</i>	119
Figura 64. <i>Función Clash Detective.</i>	120
Figura 65. <i>Formatos exportables de informes de coordinación.</i>	121
Figura 66. <i>Paso a paso, exportación de cantidades.</i>	122
Figura 67. <i>Paso a paso, exportación de planimetría.</i>	124
Figura 68. <i>Muestra inicial de exportación de planimetría. Axonometría general.</i>	125
Figura 69. <i>Muestra inicial de exportación de planimetría. Alzados generales.</i>	126
Figura 70. <i>Muestra inicial de exportación de planimetría. Planta general - Primer nivel.</i>	127
Figura 71. <i>Ejecución herramienta "Árbol de selección".</i>	128
Figura 72. <i>Ejecución función "Árbol de selección".</i>	129

Figura 73. <i>Exportación de archivos.</i>	130
Figura 74. <i>Proceso de exportación y vinculación con Twinmotion.</i>	131
Figura 75. <i>Proceso de exportación y vinculación con Twinmotion.</i>	132
Figura 76. <i>Interfaz de luces y parámetros ambientales.</i>	133
Figura 77. <i>Controles de navegación en Twinotion.</i>	134
Figura 78. <i>Función de medios y elección de escenas.</i>	135
Figura 79. <i>Render implantación general.</i>	136
Figura 80. <i>Render espacio público.</i>	
Figura 81. <i>Render espacio público 2.</i>	137
Figura 82. <i>Render pasillo interno.</i>	
Figura 83. <i>Importación en plataforma Augin.</i>	138

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Tabla de Distribución Departamental de Productores de Panela.</i>	29
Tabla 2. <i>Empleo actual (2008) y potencial en caña.</i>	25
Tabla 3. <i>Municipios que conforman la provincia de Gualivá.</i>	44
Tabla 4. <i>Veredas del municipio de Villeta.</i>	44
Tabla 5. <i>Formato de diligencia de observación directa.</i>	64
Tabla 6. <i>Formato de fichas bibliográficas.</i>	67
Tabla 7. <i>Pregunta N.º 1 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	75
Tabla 8. <i>Pregunta N.º 2 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	76
Tabla 9. <i>Pregunta N.º 3 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	77
Tabla 10. <i>Pregunta N.º 4 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	78
Tabla 11. <i>Pregunta N.º 5 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	79
Tabla 12. <i>Pregunta N.º 6 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	80
Tabla 13. <i>Pregunta N.º 7 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	81
Tabla 14. <i>Pregunta N.º 8 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	82
Tabla 15. <i>Pregunta N.º 9 - Encuesta virtual semiestructurada</i>	83
Tabla 16. <i>Tabla de registro fotográfico - Infraestructura colindante del predio de intervención.</i>	84

Tabla 17. *Tabla de registro fotográfico - Infraestructura vial y de accesibilidad.*

85

Tabla 18. *Tabla de registro fotográfico - Infraestructura equipamental.*

86

Tabla 19. *Tabla de registro fotográfico - Infraestructura de recreación.*

87

Resumen

Con una ubicación geográfica situada al noroccidente del departamento de Cundinamarca, enmarcado por la rivera del Río Negro y la Quebrada Negra, la provincia de Gualivá posee, gracias al asentamiento de la cultura indígena de los Panche, una actividad económica predominante en el ámbito agrícola; donde también, con la llegada de los españoles desde la época colonial, se promovió el cultivo y producción de la caña de azúcar, café y otros derivados, los cuales hasta el día de hoy han definido la identidad cultural del municipio. Cuenta con una extensión territorial de 1.272 km²; dentro de su delimitación sociopolítica se contemplan los municipios de Albán, La Peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Útica, Vergara y Villeta.

Este proyecto aborda la deficiencia en la oferta equipamental en la región relacionado con la cañicultura, donde debido a esto, se ha conducido a índices de baja tecnificación y la formalización en los procesos de producción que gira en torno a la actividad agraria del cultivo de la caña de azúcar panelera, donde a pesar de que actualmente hay una oferta bastante consolidada del producto panelero dentro de la región, se evidencian índices de informalidad en las unidades de producción paneleras, también denominadas trapiches, las cuales principalmente hacen una nula gestión a los residuos producto de la extracción de los jugos de la caña, generando afecciones directas al medio ambiente debido a esta falta de concientización hacia el territorio; desencadenando fenómenos que fragmentan los tejidos sociales y comerciales de la región. Estas dinámicas han desfavorecido la percepción de la población agricultora de la región hacia la poca rentabilidad para obtener mejores garantías de calidad de vida que aseguren oportunidades de desarrollo y crecimiento para las generaciones actuales y futuras. Lo que ha

conllevado un desarraigo frente a su territorio y sus tradiciones paneleras, conllevando fenómenos de migración a centros urbanos por mejores condiciones y oportunidades de vida.

La pertinencia en el planteamiento de un centro agroindustrial cuyo enfoque sea la cañicultura y sus productos derivados, con base en la teoría del clúster de desarrollo y la economía circular a partir de la implementación de estándares de producción panelera, formalizando los procesos en la región, y la reducción y aprovechamiento de los residuos a través del diseño e implementación de espacios óptimos que den respuesta a las necesidades de los cañicultores paneleros, que a su vez, se complementará con la aplicabilidad de otros productos derivados del cultivo de la caña de azúcar, como lo es el bagazo, el bioetanol y la melaza; diversificando las posibilidades y oportunidades mercantiles a nivel no solo departamental, sino nacional; lo que impulsará la economía y la visibilidad comercial a escalas locales de los municipios involucrados de la región, mejorando la percepción e identidad cultural de la región que gira entorno hacia la actividad agraria de la caña panelera.

Palabras clave: Agroindustria, cañicultura, panela, producción, residuos, clúster de desarrollo, Villeta, caña de azúcar, Gualivá.

Abstract

With a geographical location in the northwest of the department of Cundinamarca, framed by the banks of the Rio Negro and the Quebrada Negra, the province of Gualivá owes its predominant agricultural economy to the settlement of the Panche indigenous culture. With the arrival of the Spanish during the colonial era, the cultivation and production of sugarcane, coffee, and other derivatives were promoted, which to this day have defined the cultural identity of the municipality. It has a territorial extension of 1,272 km², and its socio-political boundaries include the municipalities of Albán, La Peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Útica, Vergara, and Villeta.

This project addresses the lack of equipment in the region, which has led to low levels of technification and formalization in the production processes related to agricultural activities involving the cultivation of sugarcane for syrup production. Although there is currently a fairly consolidated supply of sugarcane products in the region, there are signs of informality in the sugarcane production units, also known as trapiches, which mainly do not manage the waste produced by the extraction of cane juice, generating direct effects on the environment due to this lack of awareness of the territory and triggering phenomena that fragment the social and commercial fabric of the region.

These dynamics have negatively affected the perception of the region's farming population regarding the low profitability of obtaining better quality of life guarantees that ensure development and growth opportunities for current and future generations. This has led to a disconnect from their territory and their sugarcane traditions, leading to migration to urban centers in search of better living conditions and opportunities.

The relevance of proposing an agro-industrial center focused on sugarcane cultivation and its derivative products, based on the theory of development clusters and the circular economy, starting with the implementation of sugarcane production standards, formalizing processes in the region, and the reduction and use of waste through the design and implementation of optimal spaces that respond to the needs of sugarcane growers, which in turn will be complemented by the applicability of other products derived from sugarcane cultivation, such as bagasse, bioethanol, and molasses; diversifying commercial possibilities and opportunities not only at the departmental level, but also nationally; which will boost the economy and commercial visibility at the local level of the municipalities involved in the region, improving the perception and cultural identity of the region, which revolves around the agricultural activity of sugarcane production.

Keywords: Agroindustry, sugarcane cultivation, panela, production, waste, development cluster, Villeta, sugarcane, Gualivá.

Introducción

Abarcando cómo el déficit en la oferta de equipamientos de carácter agroindustrial que se presenta en la provincia de Gualivá, este trabajo de investigación hace el énfasis en las afecciones directas que estas deficiencias perjudican la actividad agrícola de la región, específicamente la panelera, la cual deriva del cultivo de la caña de azúcar, y cómo ha causado un desarraigo a sus tradiciones a través de diversas variables en torno a las deficiencias de oferta equipacional y de infraestructura que han determinado estas dinámicas desfavorables para la población agraria; abarcándolas desde un enfoque metodológico mixto: cuantitativo y cualitativo. Los cuales se distribuyen por capítulos de la siguiente forma:

Comenzando con la formulación del problema que da pie al documento investigativo, en el Capítulo I, se contextualiza la zona de estudio y las dinámicas que determinan la problemática identificada, pasando a la formulación inicial de los objetivos a los cuales precederán el inicio y desarrollo formal del trabajo investigativo. En el Capítulo II, abarcamos los marcos referenciales que sientan las bases argumentales comprendidas desde lo histórico, contextual, conceptual, teórico y normativo de la temática abarcada.

Capítulo I. Formulación del problema

Tema

Dentro de la disciplina de la arquitectura, podemos interpretar la perspectiva de este término a partir del planteamiento de Frampton (1996), con la *“Arquitectura crítica regional”*, donde los elementos arquitectónicos deben corresponder a un contexto en donde va a estar sometido, entendiendo las dinámicas de su población y cómo esta tiende a desarrollar su identidad a través de los medios y recursos que provee su territorio.

Siguiendo con el urbanismo, de acuerdo con los autores Borja y Castells (1997), la articulación de las funciones productivas con las logísticas y sociales en un territorio son trascendentales para el desarrollo; en este caso, la aplicabilidad de un sistema urbano-rural dentro de una región determinada causará un impacto, ya sea negativo o positivo, en el desarrollo y crecimiento de sus actores y el territorio donde se desenvuelven.

En la agronomía, a partir de la postura planteada por Altieri (1999), la integración regional se entiende como la articulación de sistemas productivos, donde, a partir de esta disciplina, la colectividad promovida por las redes de producción establecidas en un territorio logra objetivos colectivos de sostenibilidad, equidad y resiliencia.

En cuanto a la sociología, como disciplina que complementa este término, se entiende a partir de la interpretación del territorio como un espacio social compartido que rinde escena a luchas sociales y económicas a partir de la apropiación de los individuos, que determinan la integración comunitaria para la unión colectiva que busque el beneficio general de una sociedad.

Formulación del problema

A pesar de la gran oferta existente en la producción de la caña de azúcar, los niveles de competitividad y desarrollo debido a la poca rentabilidad relacionada con la producción panelera en la región de la provincia de Gualivá, se ha visto determinada por la falta de tecnificación en las unidades de producción, también denominados como “trapiches”, los cuales según el artículo de Chaves (2018), para el año 2013 el departamento de Cundinamarca se tenían el registro de alrededor de 3.474 trapiches en el Sistema de Información Panelero (S.I.P.A) de Fedepanela, lo que representa el 20,13% de los trapiches inscritos en Colombia para esa fecha; estos predominan en escalas de producción pequeña, donde su capacidad se limita a un rango de 100 Kg/hora.

La trascendencia que se debe recalcar para la población radica en las consecuencias que se podrían escalar por la falta de gestión oportuna ante estas deficiencias en los procesos que se presentan en las cadenas de producción establecidas hoy en día, lo que repercute en las faltas de oportunidades de mejores condiciones de vida para las familias partícipes en la agroindustria panelera. Estas determinantes condicionan la forma en cómo la población percibe su territorio, cómo conviven entre sus semejantes y su relación respecto a sus costumbres y tradiciones.

En cuanto al beneficio y las ganancias para los campesinos paneleros de estos municipios productores, según Buitrago (2015), los intereses de comercialización que ofrecen estos intermediarios rondan alrededor del 30% en cuanto a las ganancias totales del producto de la panela, lo cual monopoliza las alianzas comerciales, perjudicando la competitividad y desarrollo de la región,

específicamente de los medianos y pequeños productores, lo cual determina la falta de iniciativa de cultivo y molienda de la caña panelera.

Figura 1.

Trapiche de la vereda San Carlos.



Nota. Deficiencias en cuanto al manejo de la infraestructura adecuada para el óptimo desarrollo en los trapiches paneleros, cuyas características, en su mayoría, predominan en estos estados. Fuente: Castañeda, Bueno & González (2019).

De acuerdo con Castañeda, Bueno & González (2019), se identificaron aproximadamente 174 productores paneleros con cultivos, trapiches y la indumentaria necesaria para llevar a cabo el proceso de producción. De igual manera, la mano de obra familiar es primordial para el desarrollo óptimo de la producción panelera, predominando en los pequeños productores este modelo de producción, representando alrededor del 97% del modelo productivo de estas unidades.

Cifras formales de la problemática expuesta anteriormente en cuanto a la falta de formalidad de los trapiches paneleros: nos encontramos con los siguientes indicadores en el *Plan de Ordenamiento Productivo*, UPRA (2023); de los 21.808 trapiches identificados, 8.991 el uso que le realizan a la panela es de autoconsumo, lo que corresponde al 41,2%; los 12.817 lo destinan para la oferta del mercado nacional y de exportación, figurando el 58,8%.

Esto nos da pie para comprender las condiciones que se derivan de la falta de infraestructura adecuada para la población, donde sus costumbres y forma de vida se basan en torno a esta actividad, donde el 95% de los ingresos para los campesinos de esta región se basa en la producción panelera, cuya ganancia consta de la venta de su producto con intermediarios que se encargan de la distribución a principales nodos de comercialización, como en el municipio de Villeta; de igual manera, a menor escala, también se hace la comercialización con mercados locales periféricos de estas unidades de producción paneleras. Córdoba (2017).

La dependencia en torno a la producción panelera de estos núcleos familiares ha generado una serie de inconformidades de los mismos campesinos hacia la actividad agrícola, lo que consecuentemente conlleva que sus hijos, quienes hacen parte de la mano de obra de las mismas unidades productivas, migren a centros urbanos en busca de mejores oportunidades que garanticen crecimiento y desarrollo, dejando una brecha cultural transgeneracional de la promulgación de las tradiciones paneleras del municipio, dejando en el olvido la memoria e identidad colectiva del territorio.

Hacia los años 90 del siglo pasado, por medio de la implementación de la Ley 40 de 1990, entran en vigencia biopolíticas que buscaban la reconversión y estandarización en la producción de los

pequeños productores artesanales de panela. Como bien se ha mencionado anteriormente, la capacidad de producción de estas unidades de escalas pequeñas se ve limitada por su accesibilidad para poder modernizar y acatar las regulaciones en la molienda de la caña de azúcar.

Estas normalizaciones estatales han causado un sometimiento para los campesinos paneleros, donde, de acuerdo con David (2016), esto genera fenómenos de *“cuello de botella”*, donde realmente no se contempla la verdadera trazabilidad en cuanto a la relación de costo-beneficio que implica para estas unidades pequeñas de producción; es realmente insostenible. Tanto así que a nivel nacional, acorde con datos citados por David (2016), la Contraloría para el año 2012 indicó que las autoridades sanitarias identificaron que de los 17.700 trapiches inscritos, solamente 57 cumplen con los estándares y condiciones higiénicas óptimas para la exportación de panela regidos por los lineamientos ya antes mencionados, además de los requerimientos que se estipulan para el mejoramiento de la enramada, donde se indica que se debe hacer una inversión de 100 millones de pesos para un periodo útil de 20 años.

Son cifras bastante desorbitantes y absurdas en lo que compete a la ambición y verdadero alcance de estas biopolíticas, las cuales no aseguran seguridad financiera y de crecimiento para los campesinos artesanales del oficio panelero, dejando un vacío para el desarrollo integral e individual para los casos puntuales que generan estancamiento en la evolución progresiva de la actividad productiva de la región.

Consolidando el margen de la problemática abordada, se identifican gestiones deficientes en los residuos sobrantes de la producción panelera; continuando el hilo que propone Martínez (2020), se

identifican en una escala menor índices de cachaza residual de aproximadamente 1.446 kilogramos mensualmente en la vereda Nacederos, en el municipio de Quebradanegra, cuyo fin se destina como suplemento alimentario para alrededor de 1.687 cabezas de ganado.

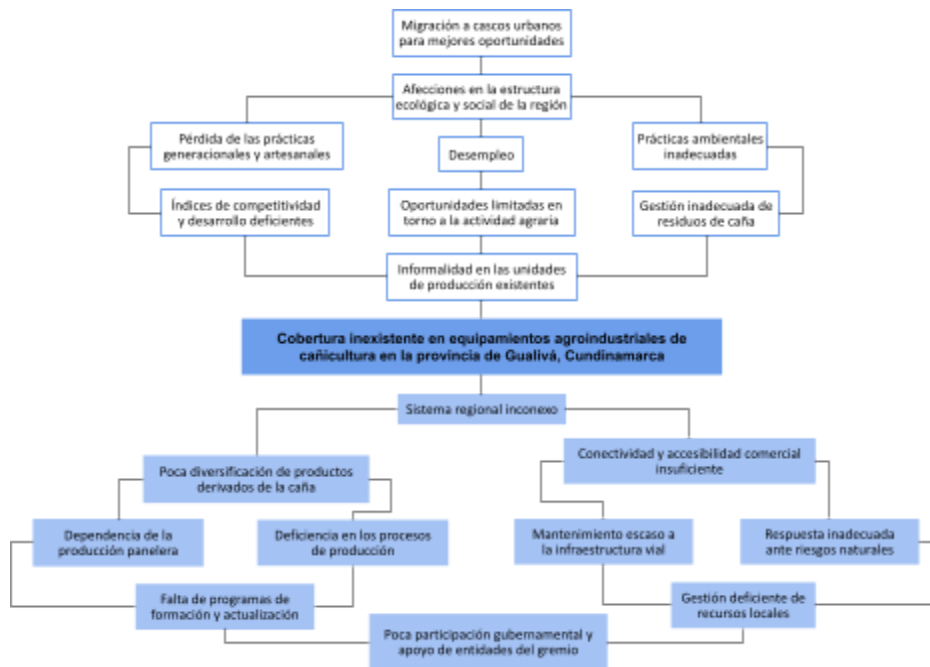
Durante la cosecha se estima que se generan desechos que representan alrededor del 25% de la caña limpia, entre los que se encuentran hojas verdes, cogollo y otros excedentes, los cuales, según Cardona (2005) mencionan que terminan desechos en el campo o quemados, utilizados como combustible para los hornos de los mismos trapiches.

Cabe resaltar que estos indicadores nos dan a entender las proyecciones y la amplitud de esta problemática, ampliando la escala a la provincia de Gualivá y el impacto medioambiental que esto genera en su gestión inadecuada; desaprovechando el potencial tanto energético como económico de estos residuos, siendo reutilizados para la obtención de etanol, compost y otros compuestos que mitiguen la contaminación de la estructura ecológica principal de la región.

Árbol de problemas

Figura 2.

Árbol de problemas de la provincia de Gualivá.



Nota. Se exponen los factores y las delimitaciones de la problemática abordada, donde en la parte inferior se identifican las causas y, por consecuencia, en la parte superior, a partir de lo demostrado en la formulación del problema. Elaboración propia.

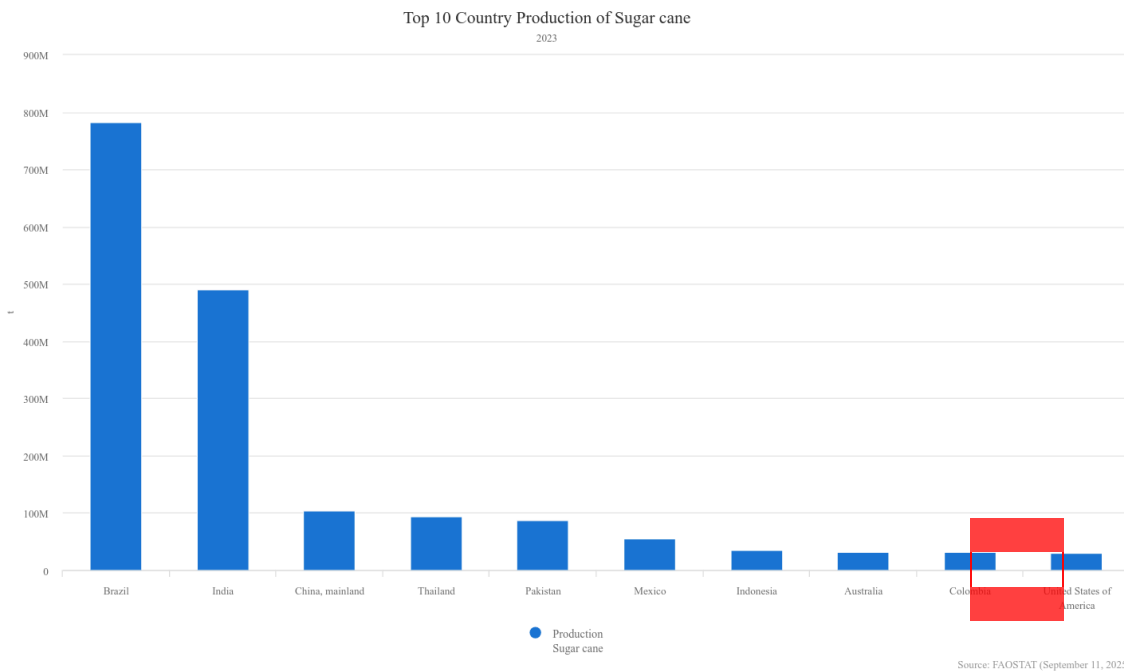
Pregunta problema.

¿Cómo, por medio de la implementación de un centro agroindustrial de cañicultura en la provincia de Gualivá, se podría articular, diversificar y sustentabilizar los sistemas de producción vigentes en la región que giran en torno a la caña de azúcar, donde se incentiva, por medio de estrategias de agroecología circular y clúster de desarrollo, el mejoramiento de los índices de competitividad y oportunidades de crecimiento para la población?

Justificación

Figura 3

Ranking Top 10 países de mayor producción de caña de azúcar.



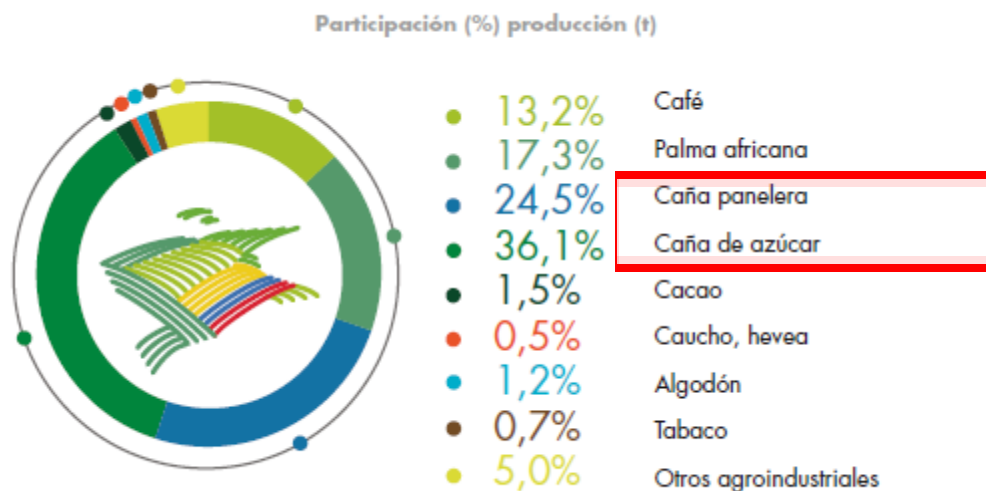
Nota. Gráfico donde se exponen a escala global los países con mayores índices de exportación en cuanto a la producción de caña de azúcar, medido en toneladas (ton). Fuente: Food and Agriculture Organization (FAO, 2023).

Históricamente, Colombia siempre ha sido referente en lo que se refiere a la exportación de caña de azúcar en el panorama internacional, donde, como se refleja en la Figura 3, Colombia para el año 2023 figura como la novena (9) economía que mayor ha producido caña de azúcar, con una cifra de 32'415.574,92 toneladas exportadas para ese periodo, superando inclusive a Estados Unidos.

La contundencia de estas cifras nos da como clara conclusión la gran oferta que proyecta nuestro país con la caña de azúcar como nuestros productos insignia y por excelencia para el contexto global.

Figura 4

Gráfica de participación (%) de la producción agropecuaria (ton) de cultivos agroindustriales en el área rural dispersa censada.



Nota. Junto con los cultivos del café, la palma africana, la participación de la caña panelera y azucarera acumulan un área aproximada de 1.625.847 hectáreas. Fuente DANE-CNA (2016).

En base al censo nacional agropecuario del DANE para el año 2016, la participación en cuanto a porcentaje de producción agroindustrial de la caña de azúcar representó el 60%, superando productos como el café y la palma africana. Dentro de este indicador, el departamento de Cundinamarca correspondió con 170.125 toneladas de caña panelera. DANE (2016). Dejando en evidencia el impacto dentro de la agroindustria colombiana del cultivo de la caña de azúcar como uno de los productos más representativos del país, donde sus índices de producción y consumo son de los más grandes a nivel

mundial, representando alrededor del 2,18 % del gasto alimentario en los colombianos, con una cifra de 34,2 kg/habitante. (Chaves, 2018).

Tabla 1.

Tabla de distribución departamental de productores de panela.

Departamento	Productores gran escala	Productores mediana escala	Productores pequeña escala	Participación (%)	Número de trapiches	Participación (%)
Santander	814	2.896	3.785	5,4 %	1.046	5,2%
Cundinamarca	1.195	9.141	10.388	14,8%	3.802	19%
Antioquia	999	7.800	8.843	12,6%	3.158	15,8%
Boyacá	456	2.146	2.682	3,8%	727	3,6%
Nariño	852	6.374	7.284	10,4%	478	2,4%

Nota: Adaptado del Plan de Ordenamiento Productivo - UPRA (2023).

Continuando a la escala departamental, Cundinamarca para el año 2019 se situaba como el departamento con mayor participación de productores de panela a mediana y pequeña escala, lo que directamente proporcional se vincula con el mayor número de trapiches, superando otros departamentos potencias a nivel nacional de la agroindustria panelera como lo son Antioquia, Cauca y Santander. (FEDEPANELA, 2019). Con esto se concluye la predominancia en la participación de este nicho poblacional de menor escala, pero que en cuanto a volumen y densidad es de la que más peso tiene dentro de la agroindustria de la caña panelera.

Entendiendo la inmensa oferta que se presenta en el departamento, reducimos la escala, empezando con la vocación que posee la provincia de Gualivá en el departamento de Cundinamarca. respecto a la producción de caña panelera en las Fichas Agropecuarias del año 2023, es el de mayor producción anual, con un total de 125.224 toneladas, según cifras de las Estadísticas Agropecuarias.

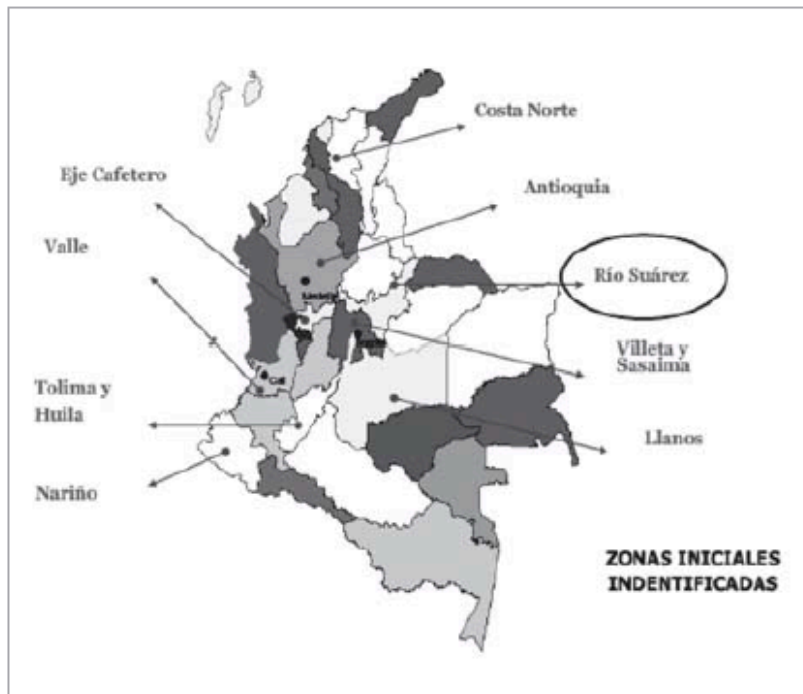
Contextualmente, abarcando la escala municipal, el municipio de Útica es el cuarto mayor productor de la provincia, rondando las 20.842 toneladas anuales para ese mismo año. UMATA-UPRA (2022).

Partiendo de datos suministrados por la Agencia Internacional de Energía (AIE), el 81% del consumo de la energía a nivel global depende de los derivados del petróleo; el 19% restante deriva de las fuentes renovables. Al panorama contemporáneo, la pertinencia de optar por la aplicabilidad de energías limpias para el desarrollo que contrarreste los fenómenos ambientales del efecto invernadero, el cambio climático y otros derivados que han repercutido en el deterioro del medio ambiente.

A partir de esto, basándonos en el artículo de Orjuela, Huertas, Figueroa, Kalenatic y Kadena (2011), de las principales materias primas para el procesamiento del etanol, la caña panelera es la que mayores índices de rendimiento maneja, siendo de 9000 litros/ha; Ecopetrol realizó una proyección de los índices de producción por hectárea, donde arrojó como resultado que el departamento del Valle es el mayor posible productor del país.

Figura 5

Gráfica de participación (%) de la producción agropecuaria (ton) de cultivos agroindustriales en el área rural dispersa censada.



Nota. Gráfico obtenido del documento "El cultivo de la caña panelera y la agroindustria panelera en el departamento de Santander". Fuente: Orjuela, Huertas, Figueroa, Kalenatic y Kadena (2011)

Según datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, la producción panelera presenta una mayor demanda de oferta de empleo respecto a la producción de azúcar, donde se calcula alrededor de 287.506 empleos generados o vinculados directamente, equivaliendo al 85% de los empleos totales en torno a esta actividad.

Con esto se puede interpretar la gran oportunidad que se ha venido formulando en cuanto al aprovechamiento óptimo de la caña de azúcar como materia prima para la elaboración de productos alternos que contribuyan al mejoramiento de los índices de sostenibilidad en los procesos que se derivan de este cultivo.

Tabla 2*Empleo actual (2008) y potencial en caña.*

Uso	Área sembrada (ha. 2008)	Empleos actuales	Área potencial (ha)	Empleos adicionales 20% de área potencial	Empleos adicionales 100% de área potencial
Panela	243.816	287.506	-	119.286	596.428
Azúcar	174.263	41.275	-	21.050	105.252
Etanol	31.401	7.529	3.898.221	140.336	701.680
Total	449.480	336.610	3.898.221	140.336	701.680

Nota: Datos del Ministerio de Cultura. Adaptado de Orjuela, Huertas, Figueroa, Kalenatic y Kadena (2011).

Además, como se demuestra en la *Tabla 2*, para el año 2008 la implementación de biocombustibles a partir de la caña de azúcar tenía una gran proyección para la generación de empleos directamente proporcional al área proyectada para la producción del etanol, lo que también se vincula con el empleo ya establecido para la agroindustria de la caña panelera, representando oportunidades de diversificación de su línea de producción para tener mayor accesibilidad a los mercados nacionales y mucho más a los internacionales.

En conclusión con lo expuesto anteriormente, se ratifica la pertinencia de la formulación de un centro agroindustrial como articulador de la gran oferta agraria de la caña de azúcar que ofrece, además de la región, el país; donde, partiendo de lo que ya está establecido actualmente, se opte por el planteamiento de estrategias y espacios que suplan de antemano las necesidades no atendidas para la población panelera de la región, lo que nos da pie para afianzar la calidad de sus procesos productivos, pero que además se optimicen con el aprovechamiento de la caña en su totalidad.

Con esto, se incentivará mejores prácticas por parte de la primera línea de producción de la caña en la región, las cuales son los trapiches, lo que estandariza en toda su extensión todo el sistema regional, creando fuertes alianzas tanto comerciales como socioculturales entre toda la población.

cañicultora, esto promovido por un gran sentido de pertenencia y apropiación territorial por cada uno de los agentes involucrados, con metas y objetivos que beneficien a todos.

Objetivos

Objetivo general

Formular el diseño de un Centro Agroindustrial de Cañicultura que integre los enfoques de Clúster de Desarrollo, Nueva Ruralidad y Economía Circular, donde se busque fortalecer los índices de competitividad, sustentabilidad y cohesión social campesina en torno a la caña de azúcar panelera para la región de Gualivá, Cundinamarca.

Objetivos específicos

1. Identificar las principales determinantes económicas, ambientales y socioculturales dentro de la región que han definido el déficit en la cobertura equipamental que ha definido hoy en día las afecciones de la actividad agrícola en torno a la caña panelera.

2. Entender de manera integral las dinámicas culturales que ha desempeñado a lo largo de la historia del territorio la panela y productos derivados de la caña con el fin de reafirmar los saberes ancestrales y generacionales de la cultura agrícola de la población.

3. Impulsar la diversificación económica y social del territorio rural, para reducir la dependencia panelera y el éxodo juvenil, esto mediante la promoción de actividades complementarias como el turismo agroecológico y la formación técnica local.

4. Promover las prácticas sostenibles dentro de los procesos agroindustriales de la caña, con el fin de aprovechar de manera óptima sus productos y recursos derivados, minimizando los impactos ambientales y generando valor agregado a través de las tecnologías limpias.

Hipótesis

En la provincia de Gualivá, Cundinamarca, la cañicultura enfrenta altos niveles de informalidad, dependencia del producto panelero y pérdida de identidad campesina que han generado segregación social y migración juvenil. Si se implementa un Centro Agroindustrial de Cañicultura basado en los enfoques de Clúster de Desarrollo, Nueva Ruralidad y Economía Circular, entonces se podrá formalizar y diversificar la producción, optimizar el aprovechamiento de los recursos, fortalecer la sostenibilidad ambiental y revitalizar la identidad cultural del territorio, promoviendo un modelo de desarrollo rural integral que impulse la innovación, el empleo digno y la permanencia de las nuevas generaciones en el campo.

Capítulo II. Marcos de referencia

Estado del arte

A partir de esto, la revisión documental que se abordará en este documento servirá como guía para entender mejor las dinámicas territoriales de la región y cómo la población, especialmente cuya actividad gira alrededor del cultivo de la caña de azúcar, reconociendo sus principales carencias, ha determinado la deficiencia en los procesos de producción a lo largo de los años y cómo estos han perjudicado la calidad de vida de sus pobladores.

Castañeda, Bueno y González (2019) *Programa para la caracterización e internacionalización de los procesos productivos del sector*. Abarca de primera mano la caracterización de los procesos en la industria panelera formalmente en el municipio de Villeta, Cundinamarca, donde el documento presenta un enfoque donde se incentiva el reconocimiento de los roles que cumplen este tipo de actividades para la población dentro de una región como ejes articuladores de la comunidad, los cuales definen su identidad tanto individual como colectiva.

La pertinencia de este proyecto y su aporte a la investigación radica en el enfoque de la proyección que tiene el municipio de Villeta gracias a su gran vocación turística, dado su asentamiento en la ribera del río Villeta, lo que se presta para actividades de ecoturismo y deportes extremos. La consideración de este factor se basa en el aprovechamiento de la exposición que genera el turismo como puerta de entrada para terceros a la región, lo que posibilita un mejor aprovechamiento de sus recursos tanto naturales como humanos para mover la economía local alrededor del turismo y su gran tráfico de personas.

David (2016) *Campesinos paneleros higienizados por la biopolítica*. En este proyecto investigativo, la autora, a partir del Sistema General de Regalías, analiza cómo las dinámicas de los saberes ancestrales de la producción panelera campesina y artesanal de las regiones del Bajo y Media Magdalena a lo largo de las últimas décadas.

El método asociativo al que se le atribuye para el planteamiento investigativo de este documento es de las dos contrapartes de la formalización e industrialización del producto panelero en un país donde las unidades productivas predominantes son artesanales y de escalas muy pequeñas, donde surge la incertidumbre entre los saberes generacionales y las biopolíticas que giran en torno a la molienda y producción panelera en la región entre los años 1990 y 2015, esto basado en la Ley 40 de 1990, donde se parametrizan estándares de producción panelera en el país.

Niño y Tocaruncho (2013) *Evaluación para la producción y comercialización de la panela orgánica del Guavio en Bogotá*. Proyecto que se contextualiza dentro del departamento de Cundinamarca, en este caso en la provincia del Guavio. Como se menciona en el título, a partir de la gran población rural que posee la región, pero la poca formalidad de la actividad agraria es predominante.

Si bien la delimitación de la zona de estudio que se aborda en este documento, en comparación con la provincia de Gualivá, es bastante distante, especialmente en cuanto a la vocación del uso del suelo y las condiciones medioambientales que determinan el cultivo de la caña de azúcar. A pesar de esto, su enfoque opta por la promoción e impulso de la economía local a través de la producción panelera y cómo esta define roles o dinámicas en un área de influencia específica; se plantean estrategias de integración comercial entre los productores que manejan volúmenes de bajas escalas, pero que incentivan el desarrollo progresivo de la región en casos puntuales como estos.

Martinelli, Garrett, Ferraz y Naylor (2011) *Sugar and ethanol production as a rural development*.

Abarcan la cañicultura en Brasil, el cual es de los mayores productores de caña del mundo; con esto en cuenta, se centra en cómo la agroindustria de la caña, a partir de la producción del etanol, genera extensiones de cobertura para los municipios cuya actividad se basa en el cultivo de la caña, incentivando accesibilidad a sectores de transporte, servicios, comercio y empleo.

La relación documental con el planteamiento del problema se basa en el enfoque de los autores hacia la relevancia que le dan a los trapiches como los principales ejes articuladores de todo el sistema productivo de una región, donde es el hilo conductor entre caficultores, proveedores y consumidores. Además de como la diversificación de la economía local, genera encadenamientos que impiden el estancamiento económico de una población determinada por la alta dependencia a pocas fuentes de producción.

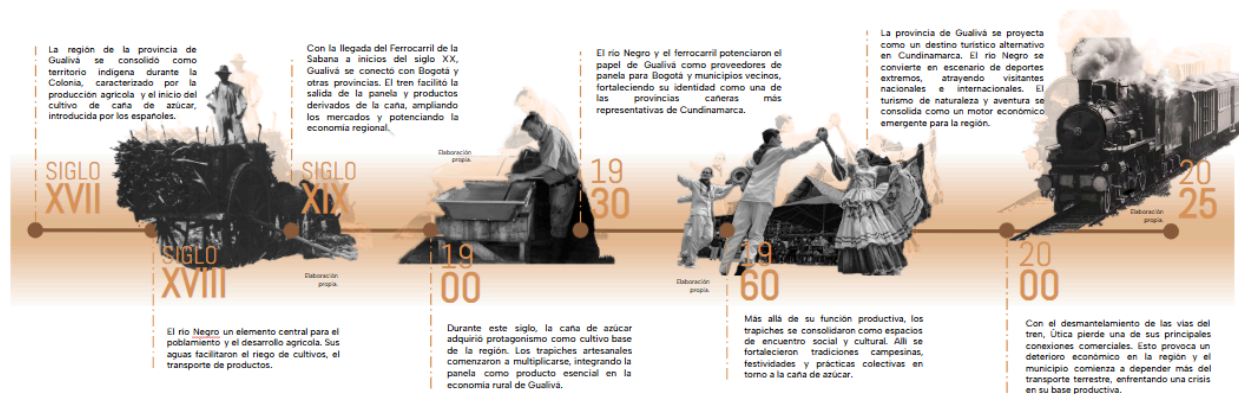
Pretty (2008) *Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence (Philosophical Transactions of the Royal Society B)*. Tomando la agricultura sostenible como eje principal, este artículo se centra en el enfoque del rendimiento productivo por medio de una integración más homogénea, dentro de un territorio.

Vinculando la perspectiva de esta autora con el centro agroindustrial, se basa en la contemplación de los recursos naturales como factores de producción, donde la preservación de los suelos, las fuentes hídricas y la biodiversidad, donde también la autora reconoce proyectos donde, a partir del conocimiento empírico que posee la misma población de un determinado lugar, contribuye a la sostenibilidad gracias a los saberes ancestrales y generacionales acerca de su territorio y las dinámicas que lo caracterizan.

Marco histórico

Figura 6.

Diagrama línea de tiempo.



Nota. Elaboración propia

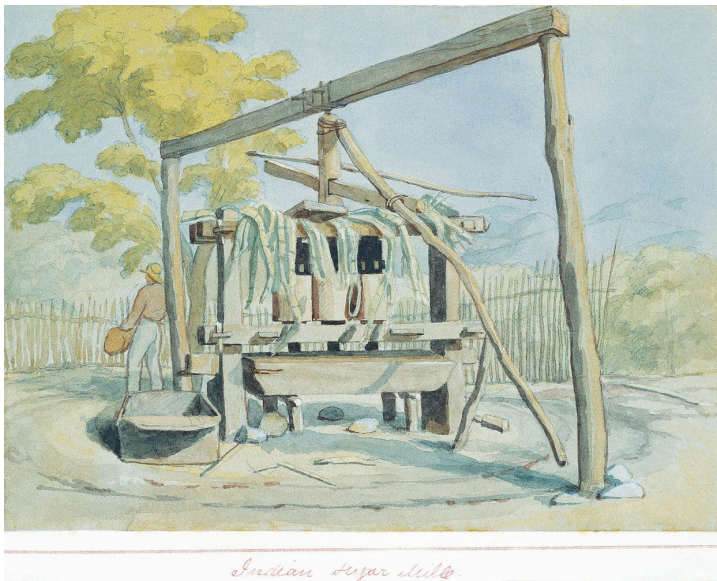
De acuerdo con Salazar (2014), desde sus orígenes que datan desde la Nueva Guinea, en el continente africano, para su proliferación hasta la India, la caña de azúcar ha protagonizado un papel bastante fundamental en lo que compete a la agricultura humana desde las antiguas civilizaciones; tanto así que se presume que para el año 331 a.C., Alejandro Magno la llevó para Persia, donde se extendió a lo largo del golfo pérsico, pasando por Siria, Palestina hasta llegar a España.

Con este breve párrafo introductorio, la llegada de la caña azucarera a Colombia data del año 1510, donde, según varios historiadores, por medio de los procesos coloniales de la época, desde las islas Canarias hasta llegar a Brasil, esto permitió el ingreso que marcó el inicio del cultivo en el departamento de Santander a mediados del siglo XVII.

Para el departamento de Cundinamarca, según el autor Víctor Manuel Patiño en su obra *“Esbozo Histórico sobre la caña de Azúcar”*, el origen de la panela se dió desde María la baja en Bolívar, Valle de Apulo, Rionegro y Guaduas; esto gracias a las condiciones medioambientales que caracteriza esta región por su clima cálido y húmedo, lo que permitió tierras fértiles facilitando el crecimiento del cultivo de la caña. Las dinámicas que se ejercieron por la llegada de los españoles en la actividad agraria indígena se determinaron con la predominancia de los cultivos de tabaco y café.

Figura 7.

Trapiche indígena.



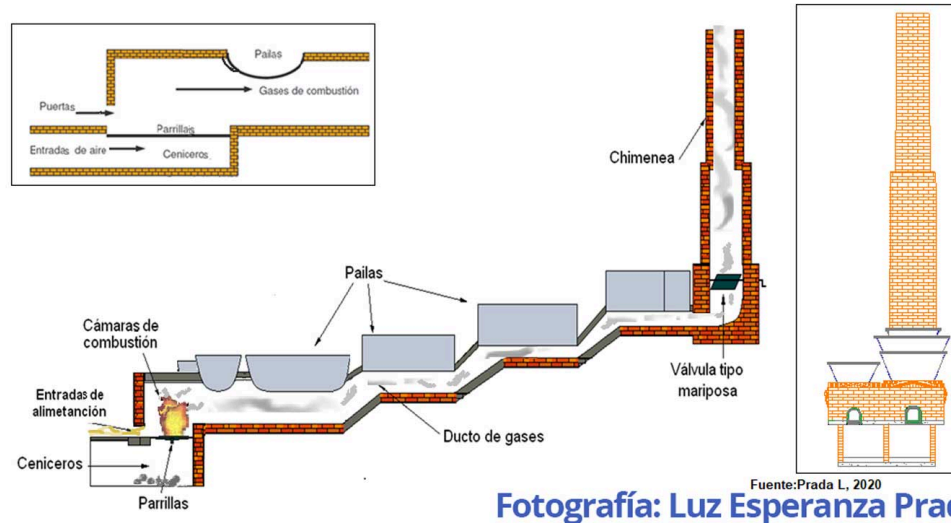
Nota. Obra del artista Edward Walhouse Mark, cuenta como parte de la colección del Banco de la República de Colombia, su fecha de ingreso a la colección data del año 1957.

Fuente: <https://colecciones.banrepcultural.org/document/coleccion/63a069015d96b8790f259fc6>

Durante el siglo XIX se consolidó el poblamiento y la producción agroalimentaria en la franja occidental del departamento; los trapiches se tecnificaron gradualmente (energía hidráulica, mejores pailas) y se afianzó el corredor comercial entre el occidente de Cundinamarca y Bogotá. (Bernal, López, Cardozo, & Feo, 2017). Tras 1950, la panela se consolidó como agroindustria rural: pequeñas y medianas fincas, trapiches familiares y redes de comercialización regional, con fuerte demanda en Bogotá. La actividad configuró el paisaje productivo (laderas con caña, franjas ribereñas con cultivos mixtos) y la organización del trabajo (jornales de corte, molienda y empaque). (Ruiz, 2021).

Figura 8.

Hornilla tipo Plana Cimpa de dos cámaras.



Nota. Esquema de funcionamiento del hornillo tipo CIMPA, donde se especifica el empleo de ladrillo refractario en la cámara de combustión y otras especificaciones para la obtención de bagazo de los procesos de molienda y secado. Fuente: Agrosavia.

<https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnologica/lnea-agricola/cultivos-transitorios-y-agroindustriales/maquinar-ia-equipos-instrumentos-y-herramientas/132-hornillas-paneleras-ecoeficientes-tipo-cimpa>

Los procesos de modernización que se marcaron a finales del siglo XX, con la implementación de los hornillos ecoeficientes, tipo CIMPA, donde se estandarizaban los procesos de producción con indicadores de 75 a 225 kg/hora, Agrosavia (s.f.); lo que determinó una alta afluencia en la variedad de los precios en la agroindustria ya establecida.

Hoy en día, con la conformación de diversas asociaciones del gremio como Fedepanela, la participación estatal por medio de instrumentos públicos y privados como el Plan Departamental de Extensión Agropecuaria (PDEA), han permitido llevar procesos de planificación territorial con la zonificación de zonas de aptitud para el cultivo de caña panelera en el departamento. teniendo la prelación en los territorios con las mejores condiciones agroecológicas, como lo es la provincia de Gualivá. Modelos productivos en el departamento de AGROSAVIA en la región ha permitido caracterizar el suelo para municipios como Vergara, Nimaima y Quebradanegra, donde a la vez, se promueve rutas de mejora en las unidades reconocidas como trapiches.

Marco contextual

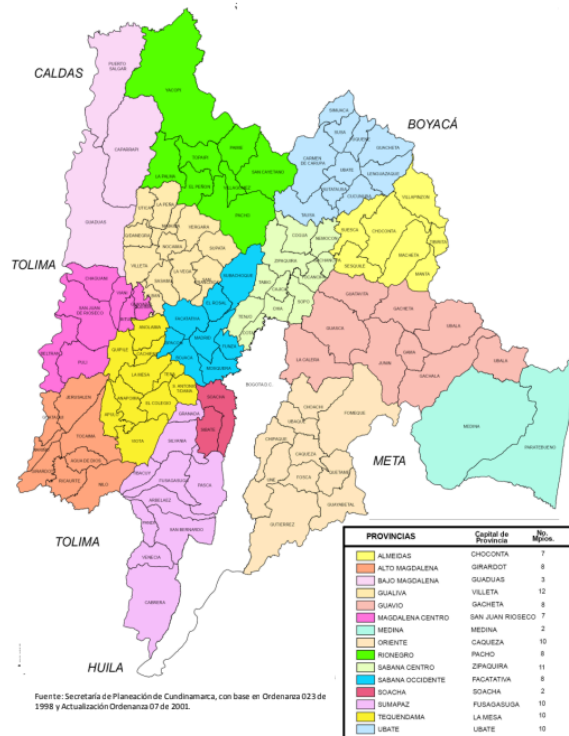
El departamento de Cundinamarca cuenta con una extensión territorial de 24.439,65 km², limitando al norte, limita por el norte con los departamentos de Boyacá y Meta; por el sur con los departamentos de Meta, Huila y Tolima; y por el occidente con el río Magdalena, que lo separa de los departamentos de Tolima y Caldas; y por el oriente, limita con el departamento de Casanare.

La composición del paisaje que caracteriza el departamento está determinada por su gran riqueza hidrográfica, donde el río Magdalena figura como la principal limitación del departamento. Ver Figura 8.

La diversidad geográfica presenta diversos pisos térmicos, donde se caracteriza en tres macroregiones: la oriental, que corresponde a la transición de piedemonte a llanura, la central, regida por la sábana fría y montañosa del departamento; y la occidental, enmarcada por el valle del río Magdalena. (Gobernación de Cundinamarca).

Figura 9.

División político-administrativa de Cundinamarca.



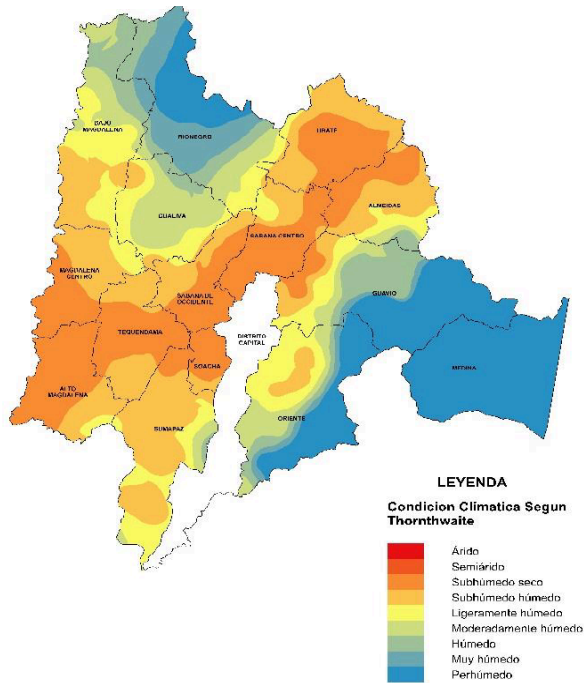
Nota. Fuente: Gobernación de Cundinamarca. (2011).

Actualmente, se distribuye en 15 provincias, donde comparten propiedades bioecológicas que conforman la administración departamental, lo que permite caracterizar los usos del suelo y su óptima gestión para el desarrollo y ejecución de políticas; además de esto, existen 8 mesas provinciales, de las cuales 3 están bajo la supervisión de la Cámara de Comercio de Bogotá.

En cuanto a las condiciones climáticas y de aspectos medioambientales del departamento, nos encontramos con temperaturas medias de un rango entre los 12 a 18 grados centígrados; precipitaciones predominantes inferiores a los 1.000 mm/año, representando el 35,7% de probabilidad, aunque hay excepciones como en el municipio de Guayabetal, donde se registran hasta 5.364 mm/año, que dejan en evidencia la volatilidad de las condiciones climáticas que se presentan en el departamento.

Figura 10.

Clasificación climática de Cundinamarca.

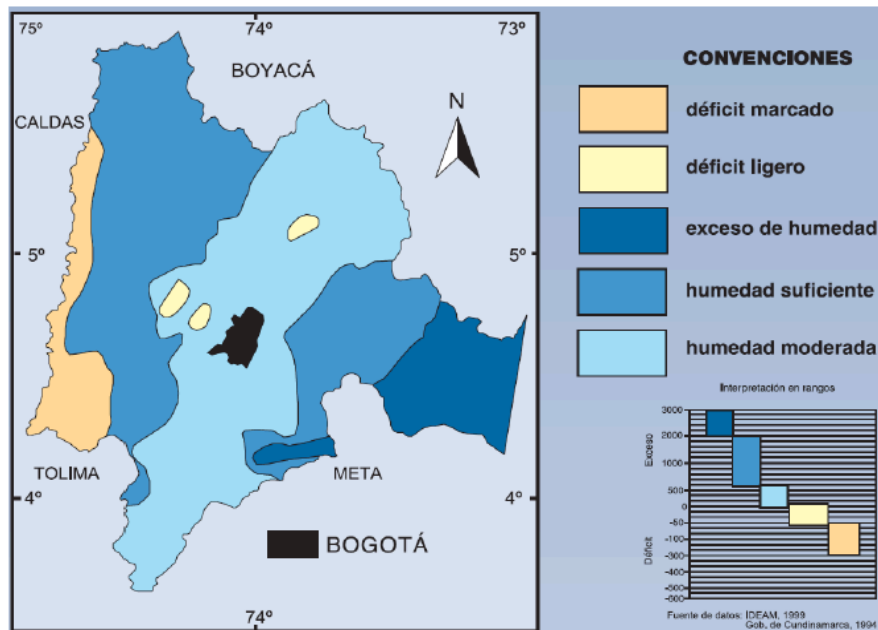


Nota. Fuente: Gobernación de Cundinamarca. (1994).

Las variables a las que se ven inmersos los diversos climas en el territorio se definen por las diferentes alturas, localizadas entre las altitudes entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m, localizadas sobre la cordillera andina, lo que determina la formación de diversos biomas con una variedad extensa en especies de fauna y flora.

Figura 11

Distribución de los déficits y excesos de humedad en el departamento de Cundinamarca.



Nota. Fuente: IDEAM (1999).

Las regiones que presentan mayores índices de exceso de agua se extienden a lo largo de la franja en dirección del noroeste hasta la región central, desde el páramo de Sumapaz hasta los alrededores de la laguna de Fúquene, en esta zona los excesos van hasta los 500 mm/año. Existen además unos microclimas especiales en el sector Facatativá-Zipacón, en Madrid y Nemocón, donde existe un déficit de humedad ligero; el municipio de Madrid presenta un faltante de 69 mm/año. Gobernación de Cundinamarca (2011).

Entendiendo las determinantes físico-ambientales del departamento, nos da a concluir que, a pesar de la gran variedad de suelos, biomas y climas, estas mismas han definido las dinámicas

territoriales de manera única, donde puntualmente en la provincia de Gualivá, se reconocen sus condiciones aptas para la producción de caña de azúcar.

Pasando a la siguiente escala, la provincia de Gualivá se encuentra ubicada al noroccidente del departamento de Cundinamarca. Cuenta con un área de 1.272 km²; en cuanto a su jurisdicción, se determina por los municipios de Albán, La Peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Útica, Vergara y Villeta (cabecera de la provincia). Gobernación de Cundinamarca (2011).

Figura 12.

División política y localización de la provincia de Gualivá.



Nota. Fuente: CEPEC - Universidad del Rosario (2011).

La provincia se encuentra entre los rangos altitudinales entre los 800 y 2.000 m.s.n.m, lo que, como se corroboró anteriormente, se presta para el favorecimiento del uso agroproductivo, como lo es

para cultivos de café, panela y frutas, ya que con la conformación de microclimas para el cultivo de montaña y la producción panelera (la cual ronda entre los 1.000 y 1.500 m.s.n.m).

Tabla 3.

Municipios que conforman la provincia de Gualivá.

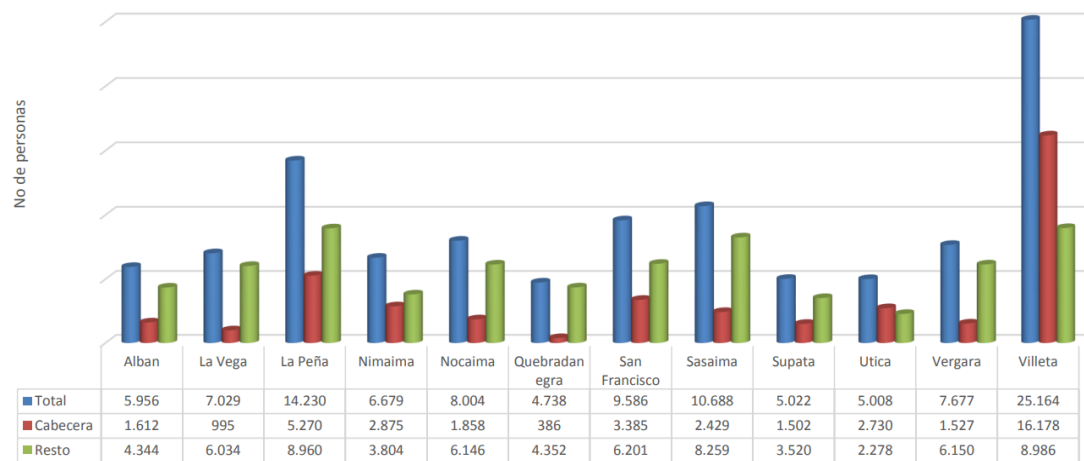
Municipio	Número de veredas	Número de poblados
Villeta	21	3
Albán	13	-
La Peña	23	-
La Vega	27	-
Nimaima	13	1
Nocaima	21	-
Quebradanegra	15	1
San Francisco	11	1
Sasaima	24	1
Supatá	18	-
Útica	14	-
Vergara	29	2

Nota: Adaptación Propia. Fuente: Secretaría de Planeación - Oficina de Sistemas de Información, Análisis y Estadística.

Los asentamientos rurales en la provincia son los de mayor predominancia, siguiendo con la idea que se ha venido exponiendo frente a la vocación agraria, donde la panela es la línea de producción con más área cosechada, representando la cifra de 2.947 hectáreas, donde después se identifican los siguientes cultivos y su respectiva área: Guanábana, 5.0 hectáreas; Limón, 2.7 hectáreas; Maracuyá, 2.2 hectáreas; Plátano, 11 hectáreas, según cifras de la Secretaría de Agricultura de Cundinamarca. UPRA (2023).

Figura 13.

Población estimada de la provincia de Gualivá.

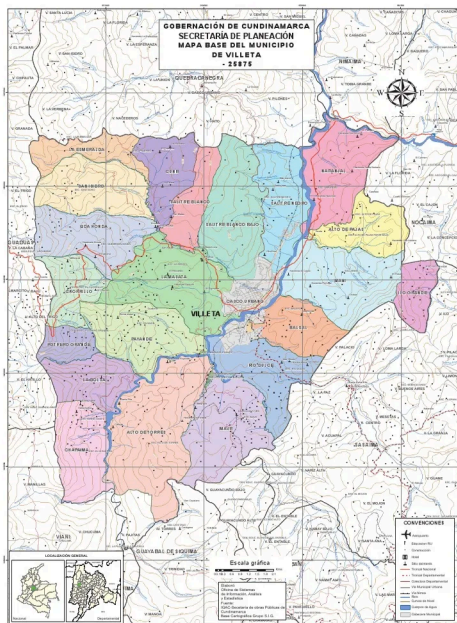


Nota. Fuente: DANE (2015).

Como se puede observar en la Figura 12, la población más predominante de la región se encuentra en el municipio de Villeta. Donde también se deja en evidencia que es el único municipio al que su población se concentra en la cabecera municipal, por no decir en otros términos, en el casco urbano, lo que nos determina los roles que cumple principalmente el municipio de Villeta frente a los demás de la provincia, especialmente en cuanto a factores de turismo, el cual tiene gran visibilidad en el departamento.

Figura 14.

Mapa de ubicación geográfica del municipio de Villeta.



Nota. Tomado del Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Fuente: Alcaldía de Villeta (2000).

Con una extensión territorial de aproximadamente 140,7 km², el municipio de Villeta limita por el norte con el municipio de Quebradanegra, por el nordeste y el este con el municipio de Nocaima, por el sureste con los municipios de Albán y Sasaima, por el sur con el municipio de Quebradanegra, por el oeste con el municipio de Guaduas. Alcaldía municipal de Villeta, (2025). Dentro de su división política, el municipio, se encuentra subdividido en 21 veredas, repartidas de la siguiente manera:

Tabla 4.

Veredas del municipio de Villeta.

N°	Nombre	N°	Nombre	N°	Nombre
1	Alto de Pjas	9	La Esmeralda	17	El Puente
2	Alto de Torres	10	La Masata	18	Río Dulce
3	Cune	11	Maní	19	San Isidro
4	Chapaima	12	Mave	20	Salitre Blanco
5	El Balsal	13	Naranjal	21	Salitre Negro

6	El Chorrillo	14	Payandé
7	Ilo Grande	15	Potrero grande
8	La Bolsa	16	Quebrada Honda

Nota: Adaptación propia. Fuente:

Concejo Municipal de Villeta. (2014).

Continuando con los aspectos sociodemográficos del municipio, la población habitante se caracteriza por, en su gran mayoría, estar en la edad productiva, dado que, por los fenómenos de migración de los jóvenes que nacieron en el municipio, migran por mejores oportunidades y condiciones de vida, a lo cual se distribuye de la siguiente manera la población:

Figura 15.

Población desagregada por sexo y área en 2024.



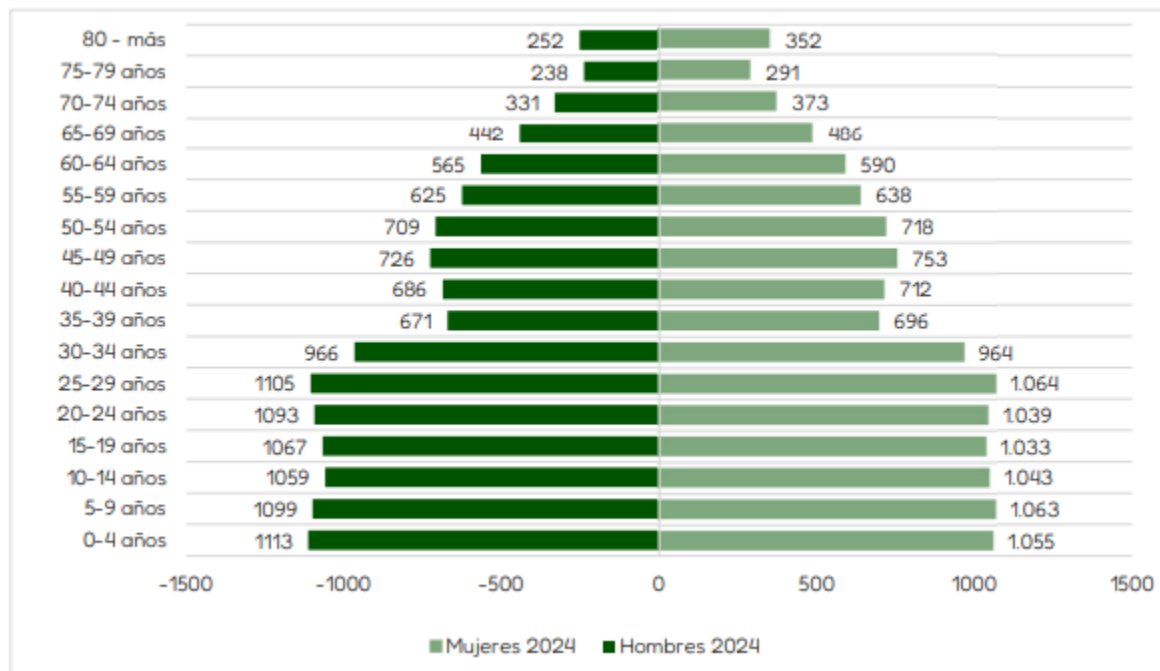
Nota. Tomado del Plan de Desarrollo Municipal 2024-2028.

A partir de las cifras publicadas en el Censo Nacional del DANE para el año 2018, la población predominante en cuanto a su ubicación dentro del contexto territorial del municipio, se proyecta que sea mayor la presencia en la zona urbana, como se evidencia en las Figuras 14 y 15, donde en cuanto a porcentajes, el área urbana concentra el 62,3% de la población, frente al 37,7% en el área rural, donde a partir de las dinámicas expuestas con antelación a lo largo de este documento, este tipo de indicadores nos da a entender cómo las tendencias poblacionales respecto a los roles y dinámicas se van rigiendo por las problemáticas identificadas, causando una brecha social, donde lastimosamente la mano de obra

que habita en el área rural, opta por abandonar sus oficios agrarios en busca de mejores oportunidades para su familia.

Figura 16.

Pirámide poblacional - Municipio de Villeta.



Nota. Tomado del Plan de Desarrollo Municipal. Fuente: DNP, 2024.

A partir de la gráfica anterior, se evidencia la tendencia etaria en la población villetana en las edades entre los 25-29 años, esto seguido del rango entre los 20-24 años. Esto nos permite caracterizar cómo la población adulta joven posee la predominancia poblacional en el municipio, lo que significa las altas oportunidades de relevo generacional en la participación agraria en esta población en torno a la caña de azúcar. A diferencia del panorama que se presenta en otros municipios de la provincia, como en el municipio de Útica, donde se presentan los mayores índices de hectáreas cultivadas de caña panelera,

esto es proporcionalmente a las dinámicas donde la población juvenil no es la predominante, donde deja en evidencia un pequeño reflejo del panorama que se está presentando en la provincia; donde la población adulta y de la tercera edad es la que aún sigue ejerciendo las actividades agrarias, rangos de edad entre los 50 a 59 años para las mujeres, y los rangos entre los 55 a 65 años para los hombres.

Marco conceptual

Figura 17.

Diagrama de marco conceptual.



Nota. Elaboración propia.

Agroindustria:

Se hace referencia al conglomerado de actividades de producción que, por medio de herramientas tecnológicas y de carácter organizacional, transforman materias primas de origen agrícola para la obtención de bienes y productos para su comercialización, contribuyendo así al desarrollo económico y social de los territorios rurales. Boucher y Riveros (2018).

Agroecología:

De acuerdo con Osorio y Jiménez, se refiere a la compilación de experiencias de comunidades rurales colombianas en prácticas agroecológicas, acogidas como innovación sostenible en el territorio campesino. Estas estrategias surgen como respuesta para enfrentar las destructivas amenazas de los modelos agrícolas impulsados por las empresas transnacionales. Es una iniciativa que responde a la tarea de la ciencia: “conocer para transformar”.

Partiendo del punto de vista a partir de la sociología rural que abarca Guzmán (2006), se integra el concepto de agroecología por los fenómenos de modernización agraria y cómo estos han agredido la biodiversidad tanto sociocultural como medioambiental, donde el eje principal es el campesinado.

Alfabetización ambiental:

De acuerdo con Rodríguez (2023), en su artículo *La importancia de las reservas naturales urbanas como espacios de Identidad Ecológica en los territorios*, se entiende como el grupo de estrategias de concientización cultural para comprender las dinámicas de un territorio. La aplicabilidad de este método puede ser desde una edad temprana para las personas que habitan las periferias de zonas de protección, cuya riqueza biológica sea pertinente su conservación, donde al tiempo articule propuestas dinámicas que contribuyan a la resiliencia de la población (Rodríguez, Portillo y Puig (2021).

Bagazo:

Es un producto fibroso que se obtiene durante la molienda de la caña. El bagazo se usa en gran medida como combustible para las calderas en el proceso de producción (en la industria azucarera); una parte es destinada a ser reciclada y ser usada como materia prima para fabricar papel. (Villegas, Aguila, Fiestas, Arce, & Vargas, 2010).

Bioetanol:

Es un producto químico que se obtiene a partir de la fermentación de los azúcares presentes en los granos y plantas vegetales, como la caña de azúcar. Dichos azúcares se mezclan con sacarosa, almidón, hemicelulosa y celulosa, de acuerdo con Montiel (2010); sirve como alternativa ambiental la utilización de residuos agroindustriales lignocelulósicos para la producción de bioetanol, empleando en su mayoría procesos biológicos.

Cachaza:

La cachaza es generada tras hervir el jugo de caña; en la superficie del mismo se concentran las impurezas compuestas por los materiales sólidos y jugos de caña de sabor dulce. (Basados en el Documento Caracterización Ocupacional de la Panela, SENA). Citado por Castillo, Deaza y Vargas (2014).

Cañicultura:

Se entiende por cañicultura a la actividad agrícola que se deriva del cultivo de la caña de azúcar. (R.A.E., 2010). Su etimología se refiere al impacto tanto social como cultural que se desenvuelve en el contexto donde se desarrolla.

Aunque no se data de una fecha o época específica de su uso explícitamente en algún referente de carácter científico o académico de este término, su aplicabilidad hoy en día es evidente cuando se hace alusión a la actividad agrícola que gira en torno al cultivo de esta gramínea.

Cultivo de panela:

Se entiende que el proceso de producción de la panela comprende varias etapas, desde la cosecha de la caña panelera hasta el enfriamiento y moldeo de la panela. Díaz (2023). Estos procesos principalmente se llevan a cabo en la extracción de los jugos de la caña en unidades de producción, también denominados trapiches.

Estigma espacial:

En el artículo de Costa (2021), *Planificación urbana posible, imaginario, existencia y cultura*, hace referencia específicamente a dichos constructos sociales y colectivos respecto a delimitaciones de un territorio, las cuales generan una percepción en su mayoría negativa de este.

De acuerdo con Wacquant, Slater y Pereira (2014), esto genera, específicamente con los habitantes de dichas delimitaciones, fenómenos socioculturales como la segregación o la gentrificación, la cual afecta la identidad de esta población frente al territorio donde conviven, creando prejuicios que se transmiten hacia los individuos ajenos, evitando todo tipo de asociación con sus orígenes, desapropiándose del espacio.

Geografía social:

Se basa en la construcción social-colectiva basada en las percepciones de los individuos a partir de la cotidianidad de sus actividades diarias en un área determinada, como lo es el trabajo, la política, la religión, el ocio y los conflictos; y cómo estos crean tejidos culturales de manera orgánica entre individuo-territorio. Costa (2021).

Esto también se ha visto perjudicado, donde según López y Manzanares (2020), esto ha abandonado la reflexión profunda sobre su objeto de estudio, en respuesta a la eficacia y competitividad insana promovida por el mercado académico y laboral.

Trapiche:

En términos de los campesinos paneleros, es la máquina que permite moler la caña y extraer de ella los jugos que posteriormente son cocidos. Para el Estado colombiano, representa una unidad de

molienda, es decir, el espacio donde se procesa y transforma los jugos de la caña a la panela. David (2016).

Marco teórico

Figura 18.

Esquema de marco teórico.



Nota. Elaboración propia.

Economía circular:

De acuerdo con Cerdá y Khalilova (2016), una economía circular se basa en reconstituir, donde siempre se busca mantener los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos. Es

un ciclo de desarrollo continuo positivo, donde se preserva y aumenta el capital natural, se optimizan los rendimientos de recursos y se minimizan los riesgos del sistema, gestionando stocks finitos y flujos renovables. Funciona de manera efectiva a cualquier escala.

Este modelo consta de la prosperidad económica, incentivando el desarrollo sostenible, cuidando el medio ambiente y minimizando el impacto de la contaminación en los procesos productivos, en este caso, la actividad agraria de la caña de azúcar; donde se propongan diversas estrategias en toda la cadena de producción y su impacto o influencia en el territorio donde se genera.

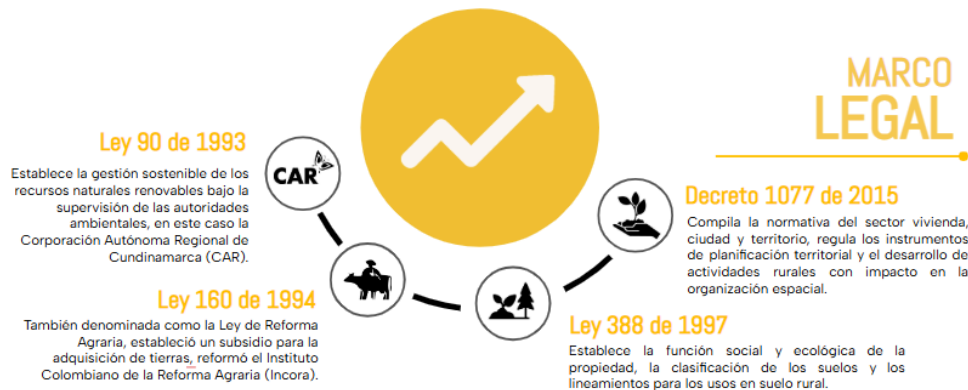
Clúster de desarrollo:

Se entiende como el complejo productivo en una concentración sectorial y/o geográfica de empresas que se desempeñan en actividades comerciales similares, o que una complementa a la otra; con importantes y cumulativas economías externas, de aglomeración y de especialización, para la búsqueda de la eficiencia colectiva e integral, con base en la referencia de Benedetti (2003).

La interpretación de esta teoría gira en torno a la gran diversidad de enfoques en los que se puede aplicar este modelo; para el caso específico del centro agroindustrial, también se considera la percepción de Bergman y Feser (1999), donde indican: *“Un grupo de empresas y organizaciones en el cual la pertenencia a este entrega un elemento importante para la competitividad de cada miembro. El sustento del clúster proviene de las relaciones comunitarias con proveedores, compradores, canales de distribución e inversiones en tecnologías y capital humano”*.

Marco legal

Figura 19.

Diagrama esquemático marco legal.

Nota. Elaboración propia.

Constitución Política de Colombia

Artículo 64: *“Es deber del Estado promover el acceso progresivo a la propiedad de la tierra del campesinado y de los trabajadores agrarios, en forma individual o asociativa.”*

En este se le reconoce al campesinado como un sujeto de derechos y de especial protección constitucional, donde la tierra es su pilar en cuanto al vínculo con el Estado para asegurar su soberanía alimentaria. Donde el Estado debe promover la accesibilidad a la tierra, ya sea de forma individual o asociativa. Se busca la dignificación de la labor agrícola del campesinado, ofreciendo garantías de seguridad alimentaria para su cultivo, al igual que el aseguramiento en cobertura de salud, educación, vivienda, comunicaciones, crédito y la comercialización de productos.

Ley 99 de 1993

Establece la gestión sostenible de los recursos naturales que se supervisa bajo las entidades ambientales, como la CAR (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca). La cual busca garantizar principalmente el uso sostenible del agua y los ecosistemas colindantes enmarcados alrededor de estos, así como la prevención o mitigación de los riesgos ambientales que se puedan ocasionar en su cuenca.

Basado en esto, se contempla el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA), el cual establece los lineamientos para el óptimo diseño y operación de proyectos, en este caso, tipo arquitectónicos, los cuales incluyen mantener las franjas de protección en los cuerpos de agua, y prevenir la deforestación en zonas críticas para así, implementar medidas de manejo de residuos agroindustriales y la adopción de estrategias en la mitigación de afecciones en la infraestructura y pérdida humana ante catástrofes naturales como remoción de masa e inundaciones.

Ley 101 de 1993 - Ley General de Desarrollo Agropecuario

Es la ley colombiana donde se regula el sector agropecuario y pesquero del país, establece la protección de la producción de alimentos, así como la modernización del sistema agroalimentario, mejorar los índices de competitividad de los productos rurales.

Establece la creación de fondos para la estabilización de los precios mercantiles, en pro de la sustentabilidad y rentabilidad para los productores rurales del país, así como el acceso al crédito para la modernización de los procesos productivos de sus cosechas, contribuyendo al reconocimiento de los productos locales en el mercado nacional e internacional.

Ley 160 de 1994

También denominada como la Ley de Reforma Agraria, estableció un subsidio para la adquisición de tierras, reformó el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (Incora) y estableció disposiciones sobre la formalización de la tenencia de la tierra, el desarrollo rural y la delimitación y uso del suelo rural, buscando dotar de tierras a la población campesina y otras comunidades.

A través de la conformación de sistemas de coordinación conformados por diferentes entidades, donde se cubre saneamiento y la formalización de la propiedad, la adquisición de tierras, el desarrollo agropecuario y la financiación.

Ley 152 de 1994 - Ley Orgánica del Plan de Desarrollo

Esta articula la planeación de proyectos de inversión pública y privada con los objetivos nacionales y regionales de desarrollo. La cual establece la implementación y consideración de los planes de desarrollo nacionales, departamentales y municipales para los proyectos productivos. Donde, se enmarca cómo el Centro Agroindustrial deberá alinearse con los planes de desarrollo rural y de sustentabilidad a escala departamental y municipal, considerando las metas establecidas de estas mismas en materia de productividad y sostenibilidad regional.

Ley 1876 de 2017 - Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA)

Se creó con el objetivo de fortalecer y promover la innovación en el sector agropecuario, donde se mejoren los índices de productividad y competitividad a través de la investigación, desarrollo tecnológico, formación y extensión.

Está organizado por tres (3) subsistemas: Investigación y Desarrollo Tecnológico, Extensión Agropecuaria y Formación y, por último, Capacitación. Permitirá la articulación integral de los actores partícipes de la actividad agraria, conectando entre los campos expuestos anteriormente; opera con la coordinación de entidades privadas y públicas, entidades territoriales y redes de innovación.

Ley 388 de 1997

Determina la normatividad en la gestión de la propiedad, uso y clasificación del suelo rural. A partir de esto, estos lineamientos en el predio de implantación del Centro Agroindustrial, el cual figura como suelo de expansión agraria, deben abstenerse al cumplimiento de la normativa vigente para mitigar prácticas que incrementen los índices de deterioro ambiental y la gestión resiliente ante fenómenos como la erosión del suelo.

Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Villeta (Acuerdo 033 de 2000 - Acuerdo 011 de 2017)

Es un instrumento normativo que se dicta al margen de la Ley 388 de 1997, donde se establecen lineamientos de ordenamiento territorial para municipios con una población entre 30.000 y 100.000 habitantes. Contempla el componente urbano y rural, parametrizando el uso del suelo y la gestión ambiental entre ambas áreas de producción, buscando una integración conjunta de desarrollo entre ambos sectores económicos, donde se incluyen normas de conservación de áreas naturales y patrimoniales, junto con la gestión de riesgos para factores de resiliencia de la población.

La normativa vigente se encuentra condicionada a la información cartográfica desactualizada, lo que implica interpretaciones sociodemográficas distintas al panorama actual del municipio, cuya expansión urbana ha sido exponencialmente mucho más alta en los últimos años.

Plan Nacional de Desarrollo (2022-2026, “Colombia Potencia Mundial de la Vida”)

Ruta para la transformación del país propuesta por el presidente Gustavo Petro, posicionando a Colombia como un líder y referencia en la protección de la vida y el medio ambiente. Abarca 5 componentes: Derecho humano a la alimentación, ordenamiento del territorio alrededor del agua, seguridad humana, economía productiva para la vida y la convergencia regional.

Este plan se basó en la participación ciudadana, donde las propuestas de más de 250.000 colombianos se integraron a través de los denominados Diálogos Regionales Vinculantes, superando brechas sociales en cuanto a género, étnico, identidad, entre otros, considerando la diversidad como fuente de desarrollo.

Plan de Desarrollo Departamental de Cundinamarca 2024–2027

Documento que sirve como mapa de ruta para la definición de metas para las administraciones locales que conforman el departamento de Cundinamarca para los próximos 4 años, siguiendo indicadores de cumplimiento en fechas establecidas. Específicamente para la educación, dichas metas e indicadores de los PDT 2024-2027 de las 97 Entidades Territoriales Certificadas (ETC) suman 3.435 metas. Gobernación de Cundinamarca (2024).

En este se articulan los diagnósticos actuales, donde se imparten conclusiones para la formulación de líneas estratégicas o ejes temáticos que marcan un rumbo a seguir; acto seguido, se establecen fechas de cumplimiento de las metas acordadas; todo esto bajo el planteamiento del plan plurianual de inversiones, donde en esta edición, se estipuló un aproximado de 21 billones de pesos.

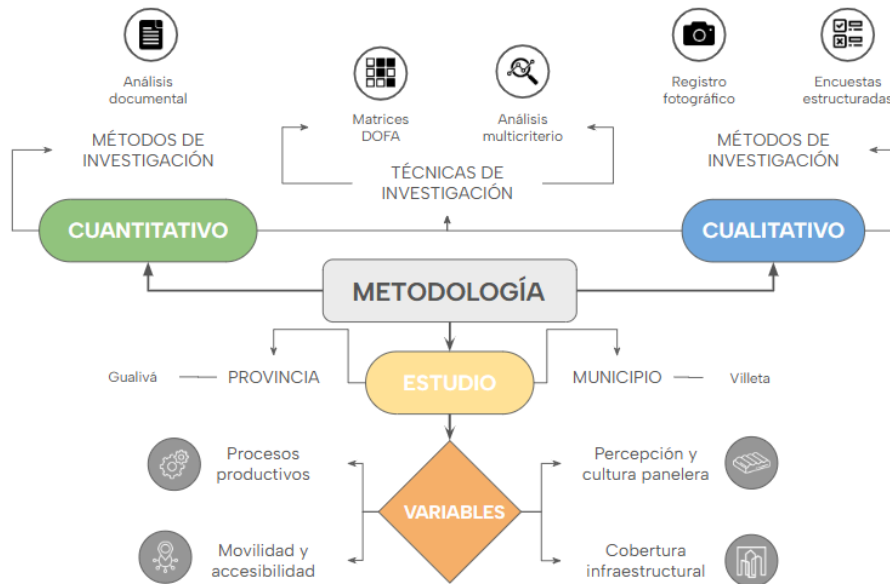
Decreto 1077 de 2015

Compila la normativa de los sectores de vivienda, ciudad y territorio, la cual regula los instrumentos de planificación territorial y de desarrollo de actividades rurales con impacto en la organización espacial. Bajo este decreto, la implantación del Centro Agroindustrial debe ajustarse a las disposiciones del ordenamiento municipal y a los lineamientos ambientales definidos por la autoridad competente.

Capítulo III. Metodología

Figura 20.

Diagrama metodología de investigación.



Nota. Elaboración propia.

Tipo de investigación:

El enfoque metodológico que se utilizará para la formulación de un Centro Agroindustrial de Cañicultura será de carácter mixto, donde con la implementación de los enfoques cuantitativos y cualitativos se busque respectivamente la interpretación más amplia e integral de la problemática a la que se desenvuelve el proyecto, donde la información y datos concretos se adaptan con las percepciones y dinámicas sociales del territorio a analizar.

Análisis de datos:

Teniendo en cuenta lo anterior, se eligen las herramientas de recolección de datos como medio que permita tener una construcción analítica mucho más amplia y cercana del fenómeno o problemática identificada, donde se eligieron las siguientes:

Encuesta semiestructurada:

Este permite la recopilación de datos cuantitativos a partir de preguntas semiestructuradas y cerradas, donde se facilita el poder identificar de manera secuencial la percepción de la población focal del proyecto hacia la actividad panelera en la región, específicamente en la escala municipal de Villeta, donde se implantará la propuesta arquitectónica; también permite identificar el conocimiento y apropiación sobre los procesos existentes en torno a la producción panelera y su expectativa frente a los impactos económicos, sociales y ambientales en la zona. Su aplicabilidad tanto presencial como virtual facilita la eficiencia en términos de tiempo y alcance.

Objetivo:

Identificar y sistematizar la percepción de la población habitante del municipio de Villeta. Cundinamarca, frente a su conocimiento de la actividad económica en torno a la caña de azúcar en la región y su opinión de cómo dichas dinámicas generan impactos ambientales y socioculturales que pueden ser solventados con la formulación de un Centro Agroindustrial de Cañicultura.

Estrategias:

- Diseñar un formulario claro y breve que recoja opiniones, conocimientos y expectativas de la población local.
- Aplicar el instrumento en zonas urbanas y rurales de Villeta, utilizando tanto medios digitales como físicos para optimizar el tiempo.

Actividades:

- Elaboración del cuestionario con preguntas cerradas y de opción múltiple.
- Aplicación y tabulación de resultados mediante herramientas digitales (Google Forms o Excel).

Para la aplicabilidad de este instrumento, se formularon dentro de la plataforma digital de Google Forms un total de 10 preguntas (9 cerradas y 1 abierta), dirigidas al público en general de la población habitante del municipio de Villeta, preferencialmente.

Con esto se lograba obtener información sobre las variables de la percepción local frente a la actividad panelera en la región y de su conocimiento frente a las problemáticas asociadas a la falta de cobertura equipamental en el territorio, que se traduce en índices de informalidad productiva en las unidades actuales de producción panelera y la poca rentabilidad que esta ha generado en la población campesina de la región y cómo, a partir de esto, se evaluará de manera imparcial el planteamiento de un Centro Agroindustrial de Cañicultura y su viabilidad frente a la problemática expuesta.

Las preguntas se formularon de la siguiente manera:

1. **¿Conoce o ha escuchado sobre la producción de panela en el municipio de Villeta o en la provincia de Gualivá?**
 - Sí
 - No

2. **¿Qué tan importante considera que es la producción panelera para la economía local de la región?**
 - Muy importante
 - Algo importante
 - Poco importante
 - No lo sé

3. **¿Cree que la producción de panela ha cambiado en los últimos años en su región (por ejemplo, en cantidad, calidad o número de productores)?**
 - Ha aumentado
 - Se ha mantenido igual
 - Ha disminuido
 - No tengo información

4. **Desde su percepción, ¿cuáles son los principales problemas que enfrenta el sector panelero en la zona?**

(Puede seleccionar más de una opción)

 - Falta de apoyo técnico y financiero
 - Dificultad para comercializar el producto

- Bajos precios o rentabilidad
- Falta de relevo generacional
- Deterioro ambiental o escasez de agua
- Otro: _____

5. **¿Considera que el trabajo en los trapiches o la cañicultura genera empleo suficiente y digno en la región?**

- Sí, en buena medida
- Parcialmente
- No, las condiciones laborales son precarias
- No lo sé

6. **¿Qué tan viable considera que sería implementar un Centro Agroindustrial de Cañicultura en el municipio de Villeta?**

- Muy viable
- Viable
- Poco viable
- No viable

7. **¿Qué beneficios cree que podría traer la creación de un Centro Agroindustrial de Cañicultura en la región?**

- Generación de empleo
- Mejora de la calidad de la panela
- Innovación tecnológica

Fortalecimiento de la economía local

Protección ambiental

Otro: _____

8. **¿Qué tan interesado estaría en participar o apoyar proyectos de innovación o capacitación relacionados con la producción de caña o panela?**

Muy interesado

Algo interesado

Poco interesado

No interesado

9. **¿Qué aspectos considera más importantes para fortalecer la producción panelera en la región?**

Mejorar la infraestructura y vías de acceso

Acceso a créditos o incentivos

Capacitación técnica a los productores

Promoción del producto en nuevos mercados

Sostenibilidad ambiental

Otro: _____

10. **Desde su experiencia o conocimiento, ¿cómo percibe el futuro del sector panelero en la región de Gualivá?**

(Respuesta abierta)

Observación directa:

Esta consiste en el registro principalmente de las condiciones físicas, donde se consideran las variables de infraestructura colindante, movilidad, equipamental y recreativa de la escala inmediata y media del predio de implantación del Centro Agroindustrial. Esto permite entender las dinámicas y comportamientos fisiológicos de la población respecto a los elementos que conforman las unidades de paisaje en el que se encuentra sometido el proyecto.

Objetivo:

Caracterizar las condiciones físicas actuales del área de implantación y de influencia del predio donde se desarrollará el Centro Agroindustrial de Cañicultura. Analizando la infraestructura existente y cómo esta se relaciona con las prácticas agrícolas predominantes de la región en torno a la producción panelera.

Estrategias:

- Realizar visitas de campo a trapiches representativos y zonas de cultivo de caña.
- Registrar las características ambientales, técnicas y laborales observadas.

Actividades:

- Programar recorridos de campo por las zonas productivas de Villeta.
- Tomar notas de campo y registros visuales (fotografías, croquis, fichas técnicas).

Sistematizar la información observada en matrices descriptivas.

La aplicabilidad de este instrumento se basó en la observación de la zona de intervención y su contexto inmediato de la implantación propuesta del proyecto. Esto con el fin de identificar y categorizar prioritariamente las unidades de paisajes que se generan por medio de la movilidad y la estructura medioambiental de la zona de influencia del proyecto y cómo estas definen las dinámicas sociales de la misma de la población con su territorio. Donde se registró por medio de una tabla de análisis fotográfico donde se estructuró de la siguiente manera:

Tabla 5.

Formato de diligencia de observación directa.

Análisis de registro fotográfico	Municipio de Villeta, Cundinamarca	Cascourbano	Fecha: 16 - 11 - 2025
Variables de investigación		Análisis Cualitativo	
Infraestructura colindante del predio de intervención			
Infraestructura	Descripción	Debilidades	Oportunidades

Nota. Elaboración propia. El diligenciamiento se realizó con la salida de campo correspondiente al municipio de Villeta, donde se realizó la visita a las unidades de comercio colindantes al predio de intervención del proyecto para llevar a cabo las

entrevistas semiestructuradas y al parque municipal ubicado en el casco urbano del municipio para el levantamiento y registro fotográfico.

Revisión documental:

Complementa la información recopilada por medio del respaldo documental, teórico y contextual para el análisis de la investigación. Esto, a través de la consulta de fuentes académicas e institucionales, estos como: Planes de desarrollo municipales, informes de entidades institucionales como DANE, Fedepanela, UMATA; así también como la consulta de artículos y trabajos académicos donde se busque comprender la evolución de la producción panelera en la región y la consideración de los antecedentes documentales que se tienen registrados frente a la problemática o fenómeno abarcado.

Objetivo:

Sustentar teóricamente y contextualizar el diagnóstico territorial a partir de fuentes institucionales, académicas y normativas relacionadas con la producción panelera.

Estrategias:

- Consultar documentos oficiales de entidades como el DANE, Fedepanela, UMATA y el Plan de Desarrollo de Cundinamarca 2024–2027.
- Revisar literatura científica y estudios previos sobre agroindustria y sostenibilidad cañicultora.

Actividades:

- Recolección y análisis de fuentes primarias y secundarias.

Elaboración de fichas bibliográficas con normas APA 7.

Integración de la información en el marco contextual y teórico del proyecto.

En este caso, la revisión documental se rigió dentro de la consulta de información académica e institucional, principalmente para la recopilación de datos abiertos sociodemográficos, topográficos y normativos, por medio de la consulta en entidades como IGAC, Fedepanela, CAR y similares. A partir de esto, se diligencian las fichas bibliográficas donde se sintetiza la información consultada y la ruta de acceso para su debida consulta para el lector. El formato de las fichas bibliográficas se estructura en:

Tabla 6.

Formato de fichas bibliográficas.

Nombre del documento	Campesinos paneleros higienizados por la biopolítica.
Autor	Grajales, K. A. (2016).
Ubicación	https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4253
Descripción	En este proyecto investigativo, la autora, a partir del Sistema General de Regalías, analiza cómo las dinámicas de los saberes ancestrales de la producción panelera campesina y artesanal de las regiones del Bajo y Medio Magdalena han evolucionado a lo largo de las últimas décadas.
Conceptos	Producción panelera, saberes ancestrales, biopolítica, campesinado, agroecología.

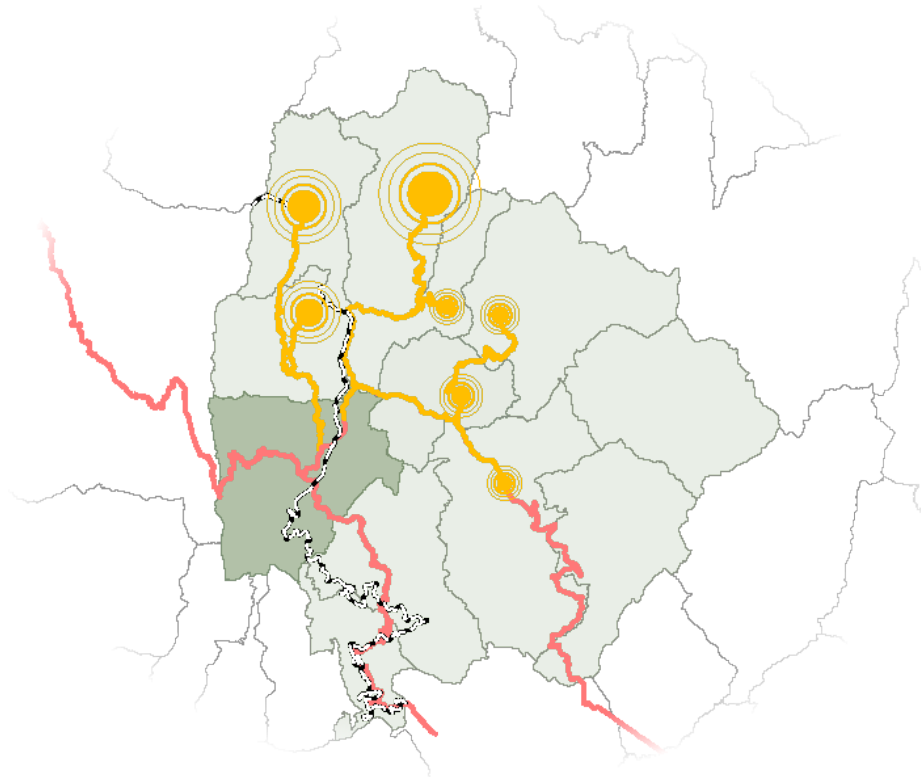
Nota. Elaboración propia.

Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

Análisis arquitectónico y/o urbano:

Figura 21.

Mapa de diagrama de diagnóstico regional.



Nota. Elaboración propia a través del uso del software de georeferencia QGIS.

Se realiza el diagnóstico de conectividad y accesibilidad respecto a los municipios con mayores índices de hectáreas de área cultivada de caña de azúcar. Donde, como se contempla en la Figura 21, los principales nodos identificados con el color amarillo resaltan los municipios de La Peña, Nimaima, Quebradanegra, Útica, Vergara y La Vega, esto correspondientemente al índice señalado anteriormente. La red secundaria y terciaria del municipio permite la conectividad con los municipios circundantes como Nocaima, Sasaima, Guaduas, Quebradanegra y La Vega. Estas tienen una cobertura aproximada de 150 Km, donde en su gran mayoría presentan deterioro, erosión y falta de drenaje.

Figura 22.

Mapa de análisis - Escala municipal

Nota. Elaboración propia a través del uso del software de georeferencia QGIS.

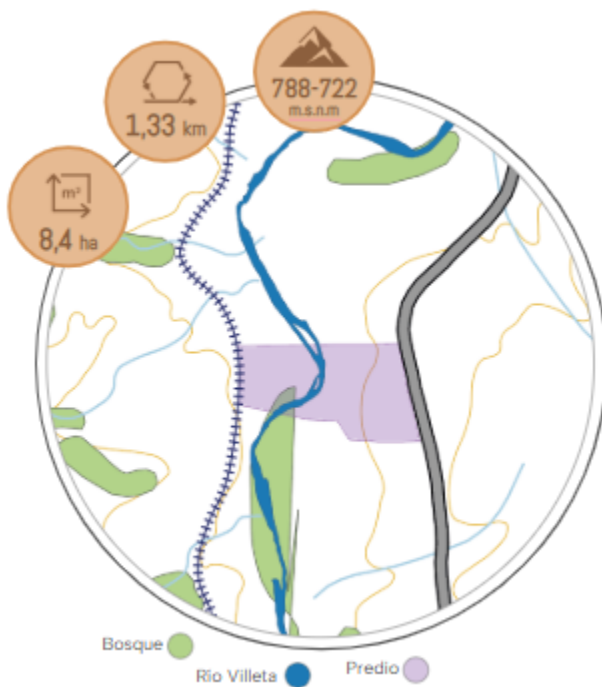
El municipio de Villeta, siendo el principal exponente en la región, determina las dinámicas económicas y sociales de la provincia, donde, gracias a sus vías de accesibilidad, se define como el epicentro económico, junto con el municipio de La Vega; también gracias a sus factores geográficos, permite el desarrollo de actividades en torno al turismo, lo que genera mayores índices de actividad y oportunidades para la población.

En la escala meso del análisis territorial, se reduce la escala próxima a la cabecera municipal de Villeta, donde se analizan los principales elementos de la zona, esto por medio del trazado enmarcado por la Ruta Nacional 50, siendo este el principal articulador entre el predio donde se ubica la

implantación de Centro Agroindustrial con, en este caso, el casco urbano del municipio. La zona de influencia determinada por su cercanía a las periferias de la cabecera municipal de Villeta, donde se destacan hitos como el Parque de la Panela, el mismo Parque Principal, donde se desarrolla el Festival anual de la Panela, junto con su reinado.

Figura 23.

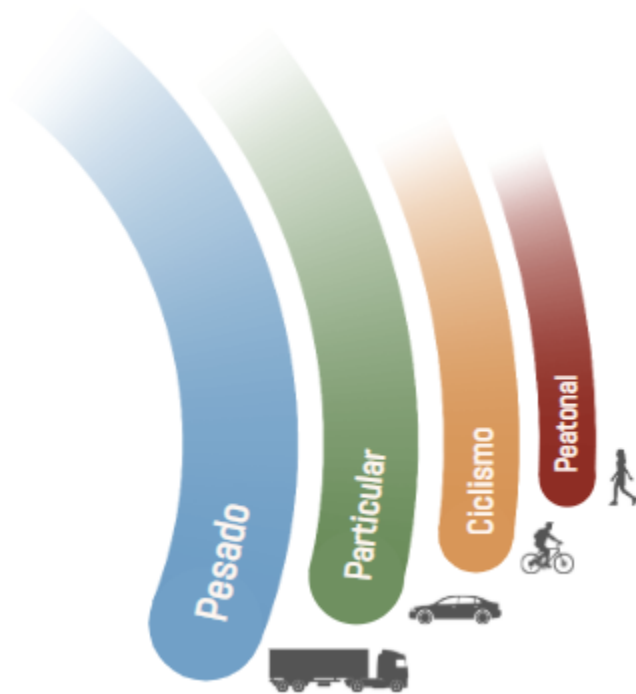
Diagrama contextual - Predio de intervención.



Nota. Elaboración propia a través del uso del software de vectorización Adobe Illustrator.

Figura 24.

Diagrama de prelación vial.

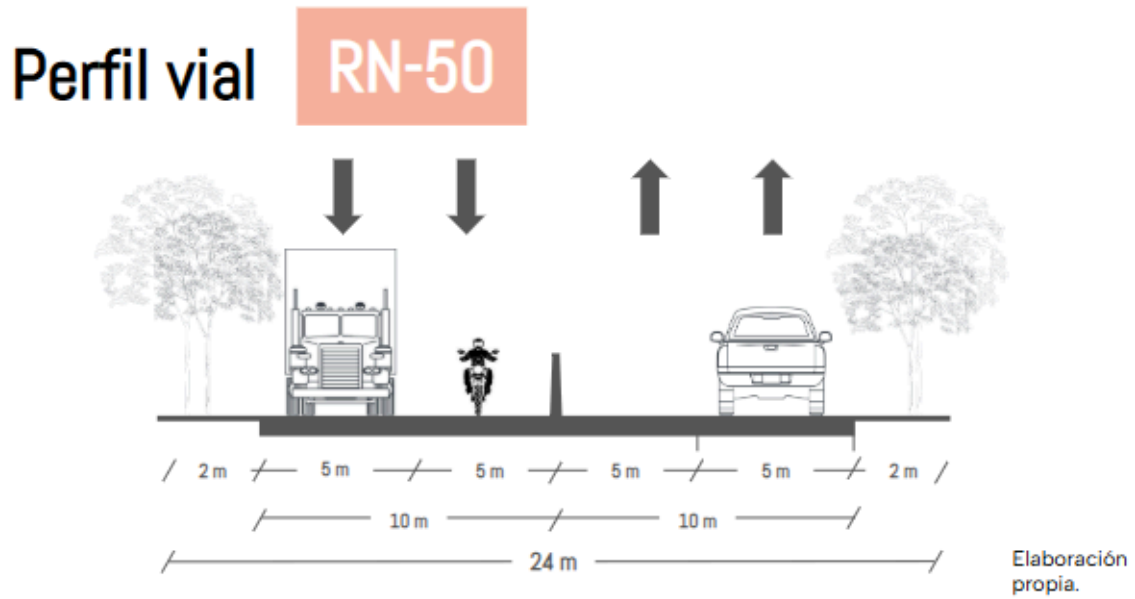


Nota. Elaboración propia a través del uso del software de vectorización Adobe Illustrator.

En cuanto a la movilidad específicamente de la zona a intervenir, se destaca por la prelación del tránsito de tráfico pesado y vehículos particulares, dado su perfil vial intermunicipal y nacional, donde claramente no hay la infraestructura para el paso de transporte como la bicicleta y el paso peatonal.

Figura 25.

Ilustración perfil vial - Ruta Nacional 50.



Nota. Elaboración propia a través del uso del software de vectorización Adobe Illustrator.

Figura 26.

Diagrama - Línea férrea.

Sist. Férreo

LA TRIBUNA



Descenso



-3,8%

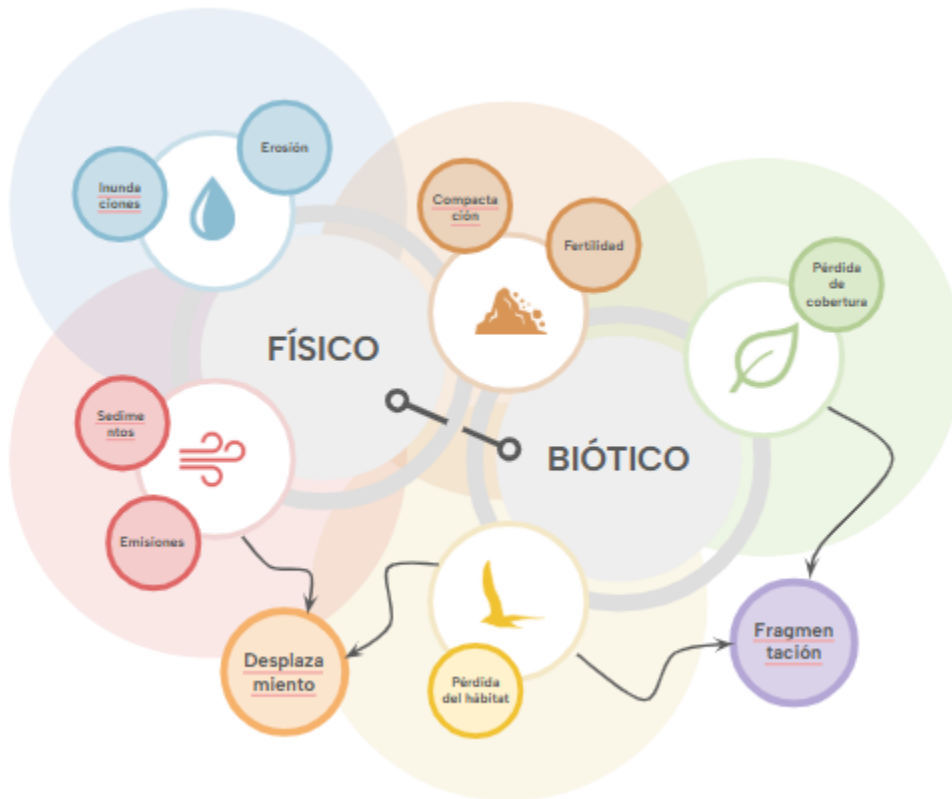
Villeta 800 m.s.n.mPto. Salgar 150 m.s.n.mElaboración
propia.

Nota. Elaboración propia a través del uso del software de vectorización Adobe Illustrator.

Directamente abarcando el predio de la implantación y su contexto inmediato, este se caracteriza principalmente por su accesibilidad vial terrestre, contemplando la Ruta Nacional 50 (Figura 26), la cual comunica desde Bogotá por el occidente hasta el departamento del Chocó, con la llegada al Puerto Nuquí. Así mismo, la línea férrea identificada corresponde al tramo de la Tribuna (Figura 27), del corredor de Bogotá - La Dorada, con una cobertura de 162 km.

Figura 27.

Diagrama de impactos ambientales.



Nota. Elaboración propia.

La implantación requiere de la contemplación de factores de riesgo a los que se encuentra tanto la zona de influencia como la escala puntual del predio a intervenir, donde se contemplan los siguientes aspectos:

Dada su proximidad al río Villeta, la RN-50 y la red ferroviaria, se identifican los siguientes factores de riesgo y amenaza:

- Inundaciones.
- Movimiento en masa.
- Sísmica.

- Antrópicas y/o tecnológicas.

Contemplando esto, se consideran estrategias como franjas de protección ribereña, drenajes pluviales, reforestación de manera activa y directa frente a estos riesgos. Mientras que de forma pasiva la construcción bajo parámetros de la NSR-10 y la correcta ejecución de las rutas de evacuación que den frente a este tipo de situaciones.

Así mismo, como se contemplan las afecciones para la implantación del Centro Agroindustrial frente a fenómenos y desastres naturales, también se debe tener en cuenta cuáles son los mismos impactos que en la ejecución, construcción y uso de este equipamiento podría generar de manera directa al aspecto medioambiental de la zona en la que se encuentra implantado.

Análisis y discusión de resultados:

De acuerdo con lo expuesto anteriormente en el capítulo 3, los resultados obtenidos en la etapa de recolección de datos son los siguientes:

Entrevista semiestructurada:

Tabla 7.

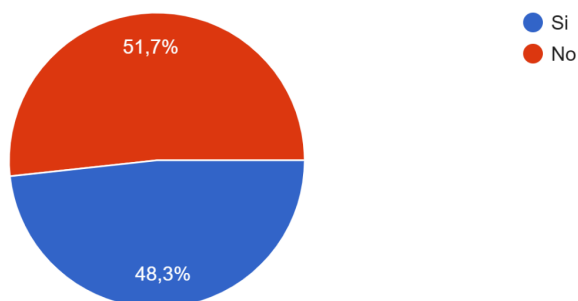
Pregunta N.º 1 - Encuesta virtual semiestructurada

PREGUNTA	OPCIONES	CANTIDAD DE PERSONAS	PORCENTAJE
1. ¿Conoce o ha escuchado sobre la producción de panela en el municipio de Villeta o en la provincia de Gualivá?	SI	14	% 50
	NO	14	% 50

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Figura 28.

Gráfica resultados pregunta N.º 1 - Encuesta virtual semiestructurada



Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Tabla 8.

Pregunta N.º 2 - Encuesta virtual semiestructurada

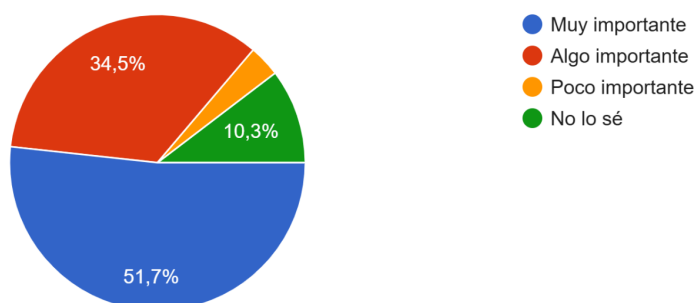
PREGUNTA	OPCIONES	CANTIDAD DE PERSONAS	PORCENTAJE
2. ¿Qué tan importante considera que es la producción panelera para la economía local de esta región?	Muy importante	15	% 53,6
	Algo importante	9	% 32,1
	Poco importante	1	% 3,6
	No lo sé	3	% 10,7

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Figura 29.

Gráfica resultados pregunta N.º 2 - Encuesta virtual semiestructurada

29 respuestas



Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Tabla 9.

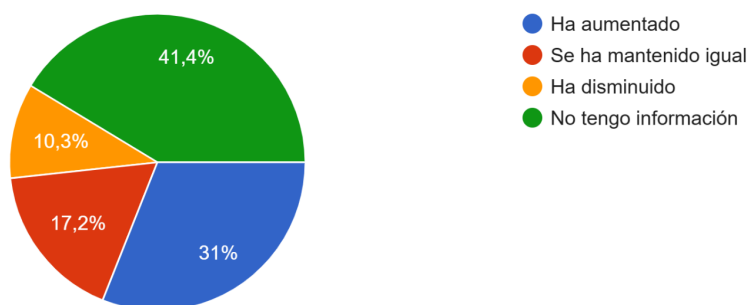
Pregunta N.º 3 - Encuesta virtual semiestructurada

PREGUNTA	OPCIONES	CANTIDAD DE PERSONAS	PORCENTAJE
3. ¿Usted considera que la producción de panela ha cambiado en los últimos años en la región (por ejemplo, en cantidad, calidad o número de productores)?	Ha aumentado	9	% 31
	Se ha mantenido igual	3	% 10,3
	Ha disminuido	1	% 3,6
	No tengo información	12	% 41,4

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Figura 30.

Gráfica resultados pregunta N.º 3 - Encuesta virtual semiestructurada



Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

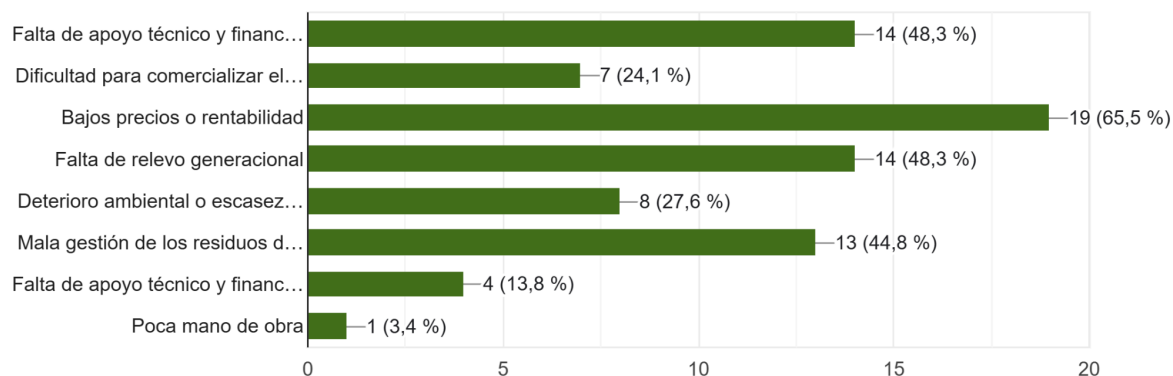
Tabla 10.

Pregunta N.º 4 - Encuesta virtual semiestructurada

PREGUNTA	OPCIONES	CANTIDAD DE PERSONAS	PORCENTAJE
4. Desde su percepción, ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el sector panelero en la zona?	Falta de apoyo técnico y financiero	14	% 48.3
	Dificultad para comercializar el producto	7	% 24.1
	Bajos precios o rentabilidad	19	% 65.5
	Falta de relevo generacional	12	% 41.4
	Deterioro ambiental o escasez de agua	8	% 27,6
	Mala gestión de los residuos de la caña	13	% 44,8
	Poca mano de obra	1	3,40%

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Figura 31.

Gráfica resultados pregunta N.º 4 - Encuesta virtual semiestructurada

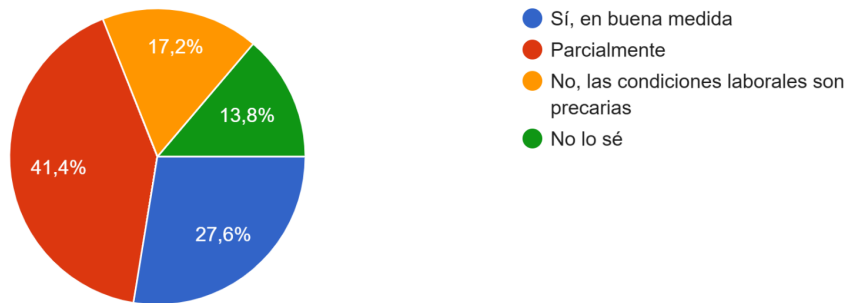
Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Tabla 11.*Pregunta N.º 5 - Encuesta virtual semiestructurada*

PREGUNTA	OPCIONES	CANTIDAD DE PERSONAS	PORCENTAJE
5. ¿Considera que actualmente el trabajo en los trapiches paneleros genera empleo suficiente y digno en la región?	Sí, en buena medida	8	% 27.6
	Parcialmente	12	% 41.4
	No, las condiciones laborales son precarias	5	% 17.2
	No lo sé	4	% 13.8

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Figura 32.

Gráfica resultados pregunta N.º 5 - Encuesta virtual semiestructurada

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

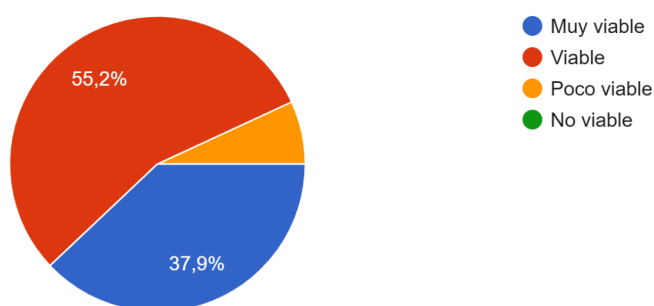
Tabla 12.*Pregunta N.º 6 - Encuesta virtual semiestructurada*

PREGUNTA	OPCIONES	CANTIDAD DE PERSONAS	PORCENTAJE
6. ¿Qué tan viable considera que sería implementar un Centro Agroindustrial de Cañicultura en el municipio de Villeta?	Muy viable	11	% 37.9
	Viable	16	% 55.2
	Poco viable	2	% 6.9
	No viable	0	% 0

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Figura 33.

Gráfica resultados pregunta N.º 6 - Encuesta virtual semiestructurada



Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

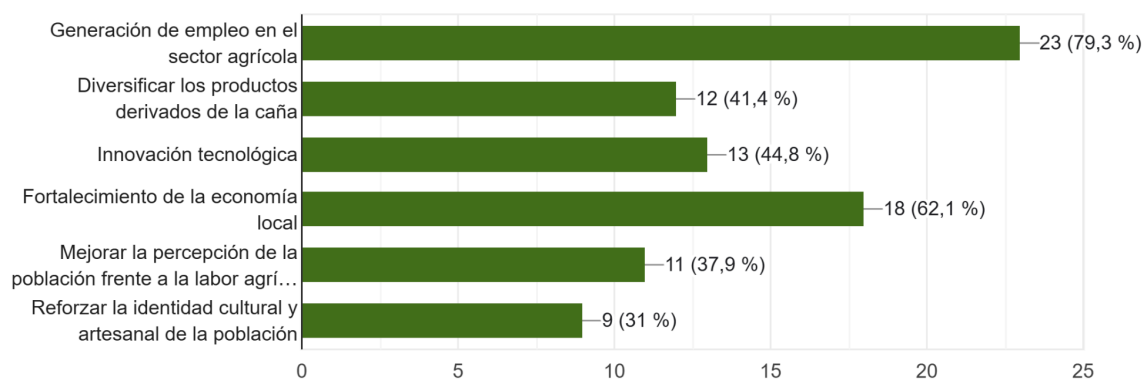
Tabla 13.

Pregunta N.º 7 - Encuesta virtual semiestructurada

PREGUNTA	OPCIONES	CANTIDAD DE PERSONAS	PORCENTAJE
7. ¿Qué beneficios cree que podría traer la creación de un Centro Agroindustrial de Cañicultura en la región?	Generación de empleo en el sector agrícola	14	% 48.3
	Diversificar los productos derivados de la caña	7	% 24.1
	Innovación tecnológica	19	% 65.5
	Fortalecimiento de la economía local	12	% 41.4
	Mejorar la percepción de la población frente a la labor agrícola	11	% 37,9
	Reforzar la identidad cultural y artesanal de la población	9	% 31

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Figura 34.

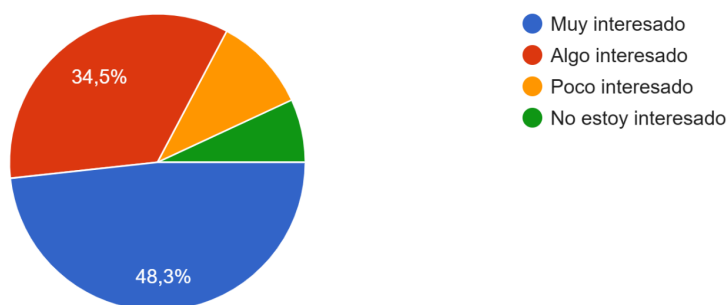
Gráfica resultados pregunta N.º 7 - Encuesta virtual semiestructurada

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Tabla 14.*Pregunta N.º 8 - Encuesta virtual semiestructurada*

PREGUNTA	OPCIONES	CANTIDAD DE PERSONAS	PORCENTAJE
8. ¿Qué tan interesado estaría en participar o apoyar proyectos de innovación o capacitación relacionados con la producción de caña o panela?	Muy interesado	14	% 48.3
	Algo interesado	10	% 34.5
	Poco interesado	3	% 10.3
	No estoy interesado	2	% 6.9

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Figura 35.*Gráfica resultados pregunta N.º 8 - Encuesta virtual semiestructurada*

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

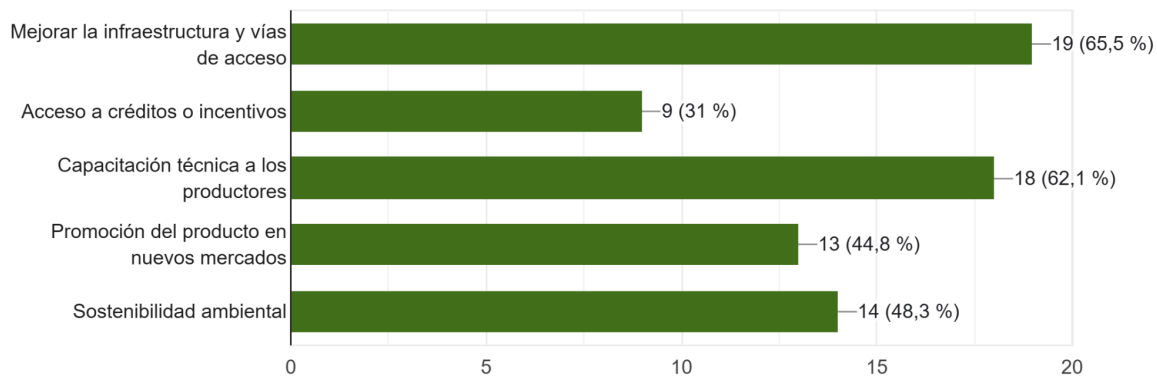
Tabla 15.*Pregunta N.º 9 - Encuesta virtual semiestructurada*

PREGUNTA	OPCIONES	CANTIDAD DE PERSONAS	PORCENTAJE
9. ¿Cuáles son los principales aspectos que considera más importantes para fortalecer esas dinámicas sociales y productivas en la región?	Mejorar la infraestructura y vías de acceso	19	% 65,5
	Acceso a créditos o incentivos	9	% 31
	Capacitación técnica a los productores	18	% 62,1
	Promoción del producto en nuevos mercados	13	% 44,8
	Sostenibilidad ambiental	14	% 48,3

Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Figura 36.

Gráfica resultados pregunta N.º 9 - Encuesta virtual semiestructurada





Nota. Elaboración propia. Adaptado de la información recopilada en Google Forms.

Observación directa:

Los resultados obtenidos por la observación directa se basaron en el registro fotográfico de manera autónoma, principalmente en la zona colindante del predio de intervención. Donde se complementó con la consulta de medios virtuales como Google Maps para el registro fotográfico de las variables de movilidad, equipamental y recreativo, donde se obtuvo lo siguiente:

Tabla 16.




Tabla de registro fotográfico - Infraestructura colindante del predio de intervención.

Infraestructura	Descripción	Debilidades	Oportunidades
	Unidades de comercio y vivienda: Presencia de un restaurante y comercio local	Actividad comercial es dispersa y con baja especialización, lo cual limita la articulación directa con el Centro Agroindustrial	Posibilidad de generar alianzas comerciales para la venta directa de los productos para los comerciantes locales para la mejor oportunidad de ingresos económicos
	Condominios de vivienda: Unidades de vivienda de estrato 4 con conexión directa a la Ruta Nacional 50.	Sensibilidad ante impactos de ruido, tránsito de carga y la actividad del Centro Agroindustrial.	Fortalecer redes de empleo calificado para los residentes del sector y fomentar programas de formación para la población.

Nota. Elaboración propia. Registro fotográfico mixto donde se complementó la información con imágenes obtenidas desde Google Maps.

Tabla 17.






Tabla de registro fotográfico - Infraestructura vial y de accesibilidad.

Infraestructura	Descripción	Debilidades	Oportunidades
	Retorno vial hacia Bogotá: Enmarcada dentro de la Ruta Nacional 50, principal vía de acceso y conexión del municipio	Alta dependencia del corredor nacional ante las posibles congestiones o cierres	Optimización de la conectividad de la logística nacional y cadenas de producción ante mercados regionales y a Bogotá
	Vía veredal Los Naranjales: Conecta con las vías secundarias que dirigen hacia el Río Villeta y la línea ferrea.	Estado variable de la vía, lo que condiciona el acceso al proyecto, contemplando el lindero enmarcado por la línea ferrea hacia el occidente del predio.	Vía veredal que proporciona acceso alternativo ante los municipios de Quebradanegra y Útica para el acopio de materia prima.
	Nodo vial hacia Tobia: Conexión vial que conecta con la cabecera municipal de Nimaima y Tobia, así mismo a la cuenca del Río Negro.	Tránsito mixto en la vía, lo que genera posibles congestiones y colapsos del sistema vial de la zona	Acceso vial directo ante los municipios de Tobia, Nimaima, La Peña y Vergara, aprovechando las corrientes de turistas y cultivos de caña que estos municipios mueven.

Nota. Elaboración propia. Registro fotográfico mixto donde se complementó la información con imágenes obtenidas desde Google Maps.



Tabla 18.

Tabla de registro fotográfico - Infraestructura equipamental.

Infraestructura	Descripción	Debilidades	Oportunidades
	E.S.E Hospital Salazar: inaugurado en el año 1945, pero en el año 2017 se realizaron unas adecuaciones complementario a los servicios conexos.	Limitada capacidad de respuesta frente a emergencias que se puedan presentar en el Centro Agroindustrial	Posibilidad de articulación en programas de salud laboral y promoción del bienestar para trabajadores del Centro Agroindustrial.
	Cuerpo de bomberos de Villeta: Ofrece el servicio ante emergencias de incendio, rescate y gestión integral de riesgo en el municipio.	Dotación limitada para atender emergencias asociadas con procesos agroindustriales como las calderas, hornillos y combustión.	Aliado estratégico para la implementación de planes de gestión de riesgo y seguridad industrial del Centro Agroindustrial
	Estación de policía de Villeta: Posee un ESPRI (Espacio Policial de Salud), donde se facilita los servicios médicos como enfermería, medicina general y odontología.	Capacidad limitada para el control de áreas logísticas con alto volumen de transporte. Además de su lejanía relativa respecto a las zona de la implantación del proyecto.	Garantía de seguridad en los corredores de transporte y periferias del Centro Agroindustrial.
	Central de abastos de Villeta: Principal punto de ventas a mayoristas para los productores locales del municipio de cultivos como lechuga, arándanos, tomate, fresas, entre otros.	Infraestructura actual no especializada para recibir productos agroindustriales a gran escala.	Oportunidad de complementar la comercialización de los productos derivados de la caña y el posicionamiento de los productos al mercado turista que el municipio promueve.
	Plaza y Bodegas de panela: Es el principal punto de venta de los productos paneleros derivados del municipio	Infraestructura tradicional con limitaciones tecnológicas para procesos agroindustriales modernos. Competencia directa si no se integra a la cadena de valor.	Infraestructura directa como nodo comercial del Centro Agroindustrial para la venta mayorista.

Nota. Elaboración propia. Registro fotográfico mixto donde se complementó la información con imágenes obtenidas desde Google Maps.

Tabla 19.*Tabla de registro fotográfico - Infraestructura de recreación.*

Infraestructura de recreación			
Infraestructura	Descripción	Debilidades	Oportunidades
	<p>Parque principal de Villeta: Principal nodo de actividades de comercial y cultural del municipio.</p>	<p>No tiene relación directa con la cadena logística o productiva con el Centro Agroindustrial, dada su distancia y movilidad urbana, que pueden limitar las actividades comerciales formales del municipio.</p>	<p>Aporte a la visibilidad turística y educativa del proyecto mediante la promoción de eventos, ferias, muestras y festivales culturales que se lleguen a desarrollar.</p>
	<p>Salto de los micos: Atracción turística conformada por una ruta de senderismo que conduce a un conjunto de cascadas.</p>	<p>Acceso peatonal y topográfico complejo, lo que limita actividades vinculadas con el Centro Agroindustrial.</p>	<p>Articulación del Centro Agroindustrial con las actividades de ecoturismo predominantes en el municipio y la región.</p>

Nota. Elaboración propia. Registro fotográfico mixto donde se complementó la información con imágenes obtenidas desde Google Maps.

Capítulo V.

Implementación Diplomado en Nuevas Tecnologías Digitales para el Desarrollo y gestión de proyectos: Open BIM

Se optó por el desarrollo volumétrico y arquitectónico del Centro Agroindustrial de Cañicultura por medio de la implementación de las temáticas vistas en el diplomado ofertado como énfasis de grado para las facultades de arquitectura e ingeniería. Esto con el fin de optimizar los procesos de la implantación volumétrica del proyecto, complementado con la metodología BIM que permite la gestión, coordinación y reducción de costos de planeación, diseño, construcción y operación de un proyecto constructivo.

Con base en estos principios que ofrece esta metodología, donde se desarrollará mediante la realización de los módulos de formación de la ruta académica del diplomado, estructurado de la siguiente manera:

Módulo 1: Introducción, normas, estándares, trabajo colaborativo e interoperabilidad.

Se introduce este módulo a partir de la definición de los conceptos básicos de la metodología BIM, para tener un punto de partida claro y conciso con el fin de establecer los lineamientos iniciales y básicos para poder desarrollar de la manera más óptima la implementación de este conglomerado de herramientas digitales interdisciplinarias.

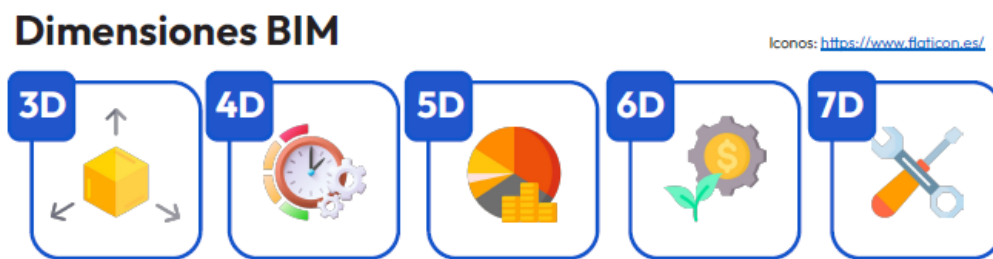
El Building Information Modeling (BIM) se ha consolidado como un enfoque colaborativo que integra modelos tridimensionales con información técnica y de gestión durante todo el ciclo de vida de

un proyecto. Su aplicación permite la representación geométrica del edificio y vincular datos sobre materiales, sistemas constructivos, documentación técnica y rendimiento energético, favoreciendo la eficiencia y sostenibilidad en la construcción (Kaur, Mwambegele, Abraham, Basheer & Garia, 2025).

Conceptos básicos.

Figura 37.

Ilustración dimensiones BIM.

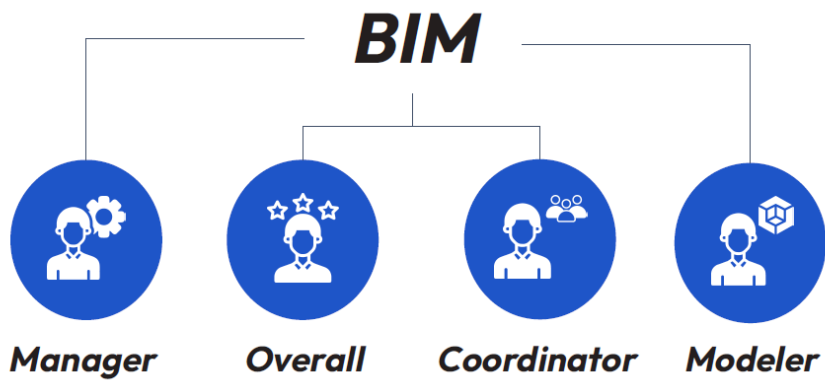


Nota. Elaboración propia.

Las dimensiones BIM (3D, 4D, 5D, 6D y 7D) permiten sectorizar fases como diseño, programación, costos, análisis energético y gestión de operación. Esta clasificación asegura que cada etapa del proyecto esté integrada en un modelo digital coherente (Doan, Atencio, Muñoz La Rivera & Alnajjar, 2025).

Figura 38.

Ilustración de roles BIM.



Nota. Elaboración propia.

La correcta implementación de BIM requiere la definición de roles y responsabilidades dentro del BIM Execution Plan (BEP). Este documento establece protocolos, estándares y metodologías para garantizar la coordinación interdisciplinar y la transparencia en la gestión de datos.

Figura 39.

Ilustración de niveles de detalle (LOD).



Nota. Elaboración propia.

El Level of Detail (LoD) define la precisión geométrica del modelo en cada etapa, mientras que el Level of Information (LoI) especifica los datos no gráficos asociados a los elementos. Estos parámetros permiten ajustar la complejidad del proyecto según su fase, garantizando información pertinente para la toma de decisiones (Doan et al., 2025).

Normas y estándares.

Figura 40.

Ilustración norma ISO 19650.



Nota. Elaboración propia.

La norma ISO 19650-1:2018 establece lineamientos para la gestión de la información en proyectos BIM, asegurando estandarización y calidad en los procesos constructivos (ISO, 2018).

Figura 41.

Ilustración resolución 0441 de 2020.



Nota. Elaboración propia.

En Colombia, la Resolución 0441 de 2020 fomenta la digitalización de licencias urbanísticas mediante la adopción de BIM, impulsando la modernización del sector y la transparencia en la gestión de datos.

Gestión de la información.

Figura 42.

Esquema de alcances del formato EIR.



Nota. Elaboración propia.

Los Exchange Information Requirements (EIR) especifican la información necesaria para la gestión de un activo durante su ciclo de vida. Abanda, Balu, Adukpo & Akintola (2025) destacan que los

EIR son fundamentales para asegurar la trazabilidad de datos y la comunicación efectiva entre actores, dividiéndose en aspectos técnicos, administrativos y comerciales.

Especifica la información que se necesita sobre un activo para su gestión en su ciclo de vida.

Garantizar que, una vez terminado el proyecto, el propietario tenga toda la información necesaria para gestionar el activo.

Figura 43.

Diagrama de funciones BEP.



Nota. Elaboración propia.

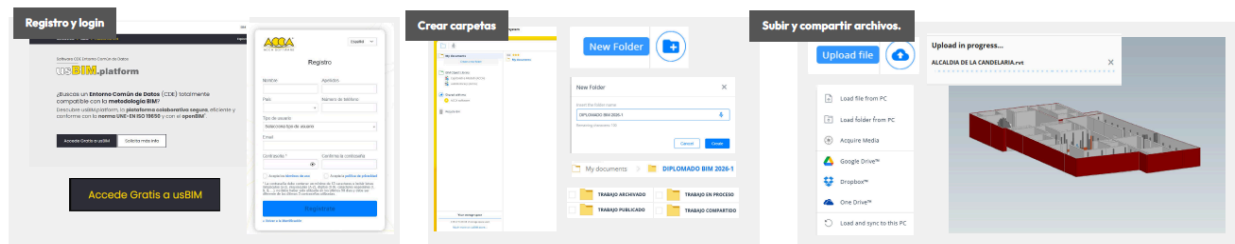
Es un documento que describe cómo se llevará a cabo el proceso de implementación de BIM en un proyecto específico. Es elaborado por el equipo responsable del proyecto y establece los protocolos, estándares y metodologías que se seguirán en relación con el uso de BIM. El objetivo principal del BEP es garantizar una implementación efectiva y coordinada del BIM en todas las etapas del proyecto. El BEP define cómo se implementará el BIM en un proyecto, estableciendo los protocolos y estándares a seguir.

Trabajo colaborativo.

El Common Data Environment (CDE) centraliza la recopilación y comunicación de datos entre equipos multidisciplinarios. Según BibLus (2025), el CDE definido por la ISO 19650 es clave para garantizar la interoperabilidad y la trazabilidad de la información.

Figura 44.

Captura de pantalla - Plataforma usBIM.platform.



Nota. Elaboración propia.

Es una herramienta web para recopilar, administrar y comunicar datos de modelos y documentos de proyectos, independientemente de su tamaño, entre equipos multidisciplinarios en procesos administrados.

Un workflow en BIM hace posible la identificación de la entrega, revisión y aprobación de documentos y/o modelos arquitectónicos y técnicos desarrollados durante el ciclo de vida.

Figura 45.

Logo BIM Collaboration Format - (BCF).



Nota. Elaboración propia.

Interoperabilidad.

Asimismo, formatos abiertos como IFC (Industry Foundation Classes) y BCF (BIM Collaboration Format) permiten la transferencia inalterada de datos entre plataformas, asegurando colaboración eficiente (Jia, Ma & Zhang, 2024).

Figura 46.

Logo Industry Foundation Classes - (IFC).



Nota. Elaboración propia. Registro fotográfico mixto donde se complementó la información con imágenes obtenidas desde Google Maps.

El Industry Foundation Classes, es un esquema de datos abierto que permite describir la información de un activo construido, ya sea un edificio o una infraestructura.

Figura 47.

Logo BIM Collaboration Format - (BCF).



Nota. Elaboración propia. Registro fotográfico mixto donde se complementó la información con imágenes obtenidas desde Google Maps.

BFC, o también denominado (BIM Collaboration Format), es un formato estandarizado que trabaja con modelos de información, permitiendo la detección de incidencias. Una vez detectadas dichas incidencias, deben ser notificadas y gestionadas de un modo adecuado.

Módulo 3: Modelado de la edificación.

La temática abordada en este módulo gira en torno esencialmente al manejo de Autodesk Revit, como principal herramienta de trabajo para llevar a cabo el modelado de la propuesta arquitectónica del Centro Agroindustrial. Además, se contempla el alcance y la escala de este modelo 3D, limitado a 500 metros cuadrados construidos, lo que, contemplando la escala del proyecto en su totalidad, se opta por realizar la zonificación correspondiente al bloque de administración, comercio y de talleres.

Preliminarmente, con antelación al modelado del proyecto arquitectónico, se contemplan las siguientes consideraciones de planificación y desarrollo funcional de la edificación, como lo son:

Figura 48.

Definiciones y lineamientos preliminares.



Nota. Elaboración propia.

Estos aspectos nos permitirán realizar un levantamiento óptimo del modelo, para su visualización, coordinación y análisis dentro de su ciclo de vida. Donde contribuye a mayor eficiencia, reducción de costos y mejor calidad en los procesos constructivos del edificio.

Figura 49.

Alcance e interoperabilidad.



Nota. Elaboración propia.

Figura 50.

Logo plataforma BIMserver.center.



Nota. Fuente: <https://editeca.com/software-bim-beneficios-e-interconexiones/>

Mediante el formato IFC, se maneja el plugin de exportación para la sincronización con la plataforma BIMserver.center para monitoreo y coordinación. (Ver Figura 49).

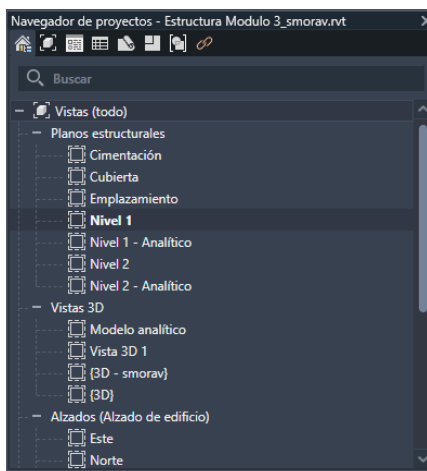
Modelado estructural.

A partir del modelado del apartado estructural, permite una mejor gestión, control y coordinación de los elementos constructivos del proyecto, para detectar y diagnosticar errores de diseño o cálculo de manera oportuna dentro de los ciclos de vida de la edificación.

Integralmente con los lineamientos y condiciones geográficas del entorno de implantación del proyecto, se procede a realizar el levantamiento formal de la estructura del proyecto en Revit 2025, donde se contempla de antemano la asignación de los niveles del proyecto y sus correspondientes planos dentro del navegador de proyectos en la interfaz del programa.

Figura 51.

Navegador de proyectos - Revit 2025.

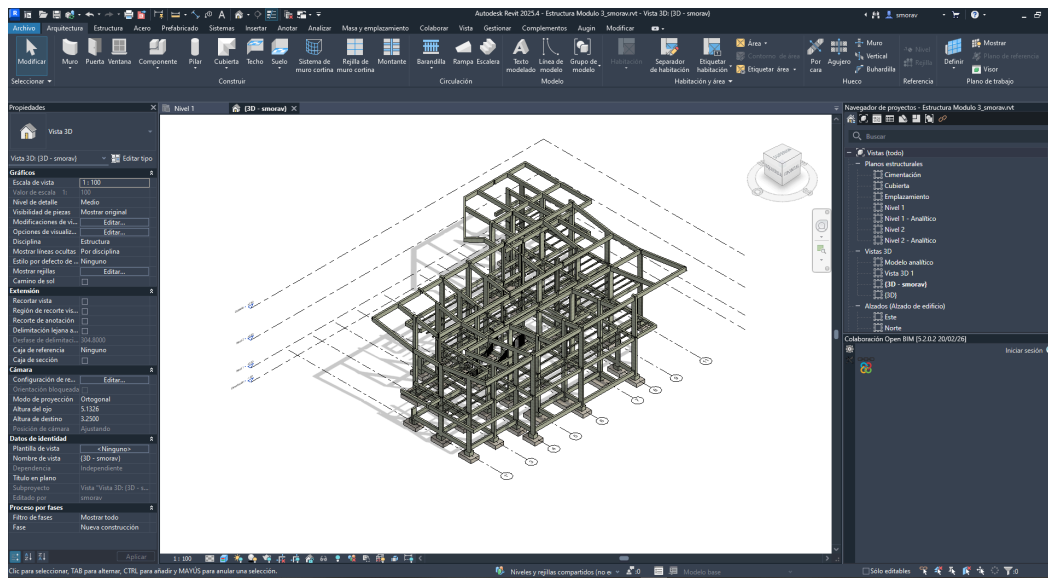


Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Dado estos lineamientos, se procede con el trazado y asignación de ejes del proyecto, para la colocación de las columnas y zapatas, elementos esenciales para el modelado estructural del proyecto y su respectiva vinculación y monitoreo.

Figura 52.

Estructura general del proyecto - Revit 2025.



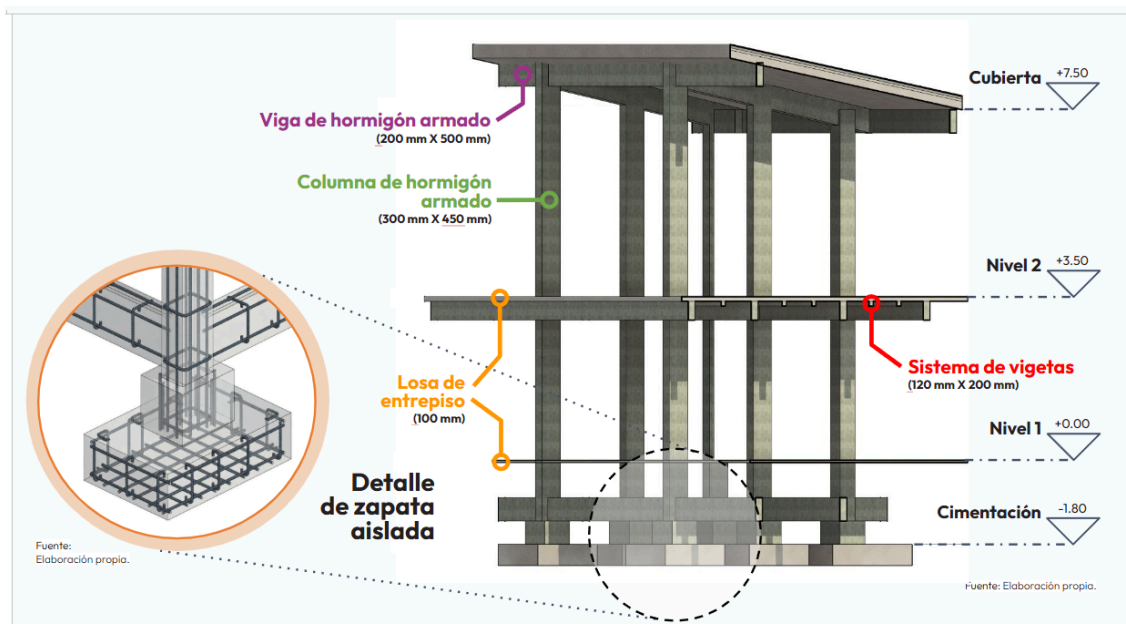
Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Dentro de las propiedades formales de cada elemento, las columnas de 55 cm X 20 cm se encuentran modeladas desde la cimentación hasta el plano de la cubierta del proyecto en su mayoría, dado que son las que se encargan de transmitir las cargas hacia las zapatas aisladas con las dimensiones correspondientes a 1,8 m X 1,2 m X 45 cm, todo esto anclado a las vigas de hormigón de 50 cm X 20 cm,

para conformar una placa aligerada de entrepiso con un sistema de viguetas de hormigón de 20 cm X 12 cm. (Ver Figura 53)

Figura 53.

Sección estructural del proyecto con detalle de refuerzo en zapata aislada.



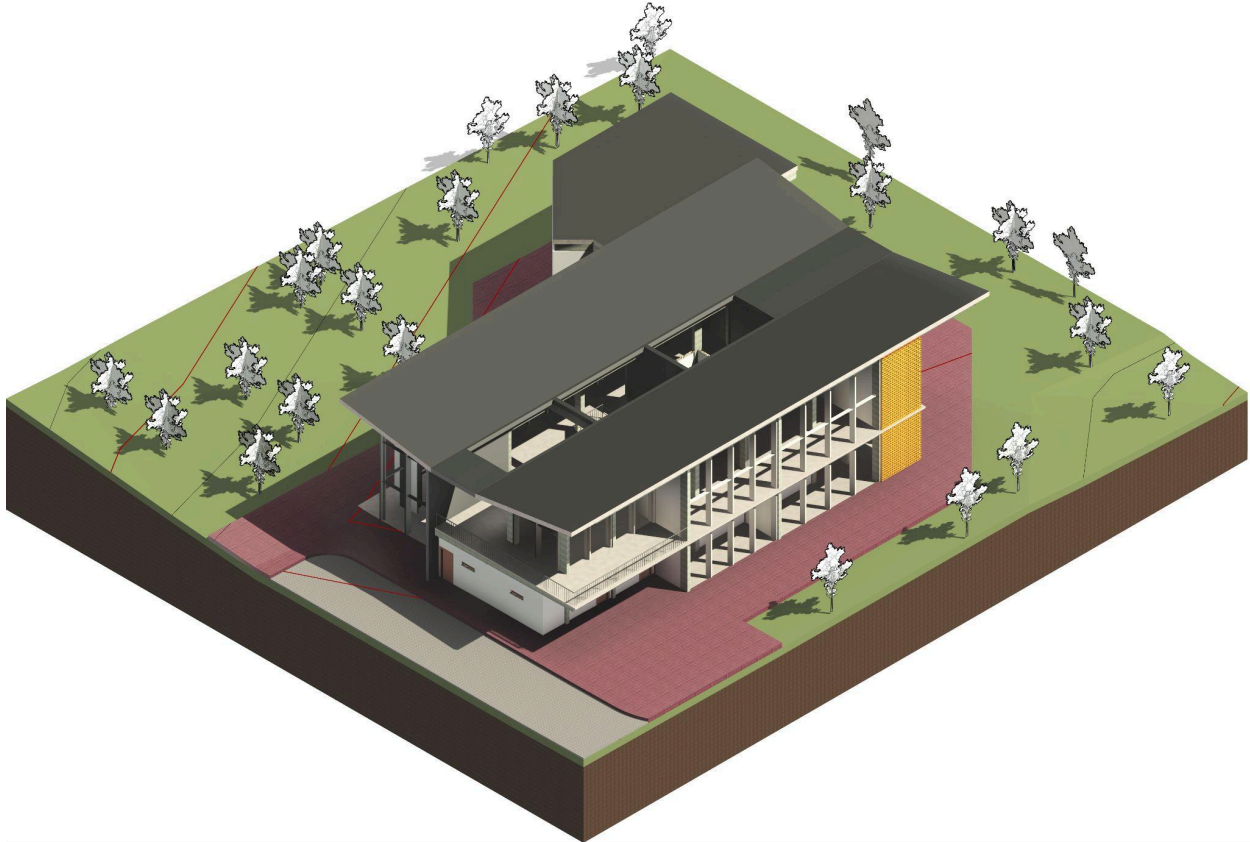
Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Modelado arquitectónico.

La implantación arquitectónica se rige por la topografía del contexto, enmarcando visuales, donde la distribución espacial se orienta bajo el eje de una clara hoya central, reenmarcada por el punto fijo, donde en alzado también se contempla la inclinación de la cubierta.

Figura 54.

Modelado arquitectónico + modelado estructural general.

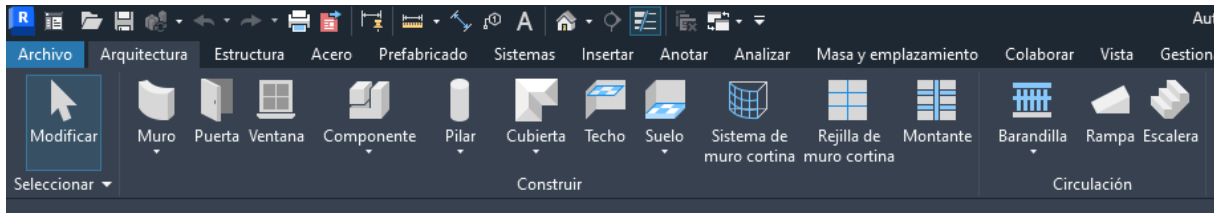


Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

A partir de las familias que cuenta Revit, se realiza de antelación el trazado y levantamiento de los diversos elementos de manera práctica e intuitiva, donde, a partir de la biblioteca local que posee el programa, también se puede complementar con los elementos descargables de otras plataformas como lo son BIM Object. Con los elementos y familias ya definidas, se procede a realizar la colocación de los muros para enmarcar la distribución de los espacios del programa arquitectónico.

Figura 55.

Barra de herramientas - Pestaña de Arquitectura.



Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Respondiendo a las necesidades y condicionantes en el diseño de la zona comercial, formativa y administrativa del Centro Agroindustrial, para el paso de la luz natural, se definen las propiedades de muros cortina, con paneles de 300 mm X 200 mm; así mismo, las puertas, enmarcando y permitiendo los accesos de los espacios internos del proyecto, se definieron con un acabado de aluminio y cristales fijos de batiente. (Ver Figura 55).

Figura 56.

Elementos arquitectónicos empleados.

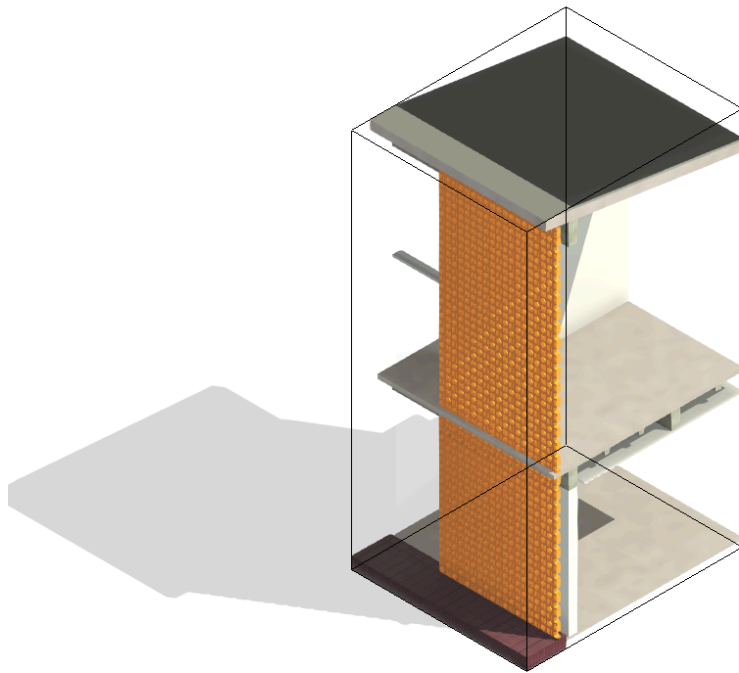


Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Como complemento estético, pero también como estrategia de ventilación pasiva, se realiza el colocamiento de muros celosías de ladrillo cocido con un patrón personalizado para el paso del aire de manera cruzada para los espacios que presentan mayores aforos de transeúntes, aportando una proyección de la sombra en horas del día para mayor confort térmico y visual, donde las aberturas paramétricas definidas contribuyen a una unidad de paisajes más enmarcadas y amenas para los usuarios y transeúntes del complejo.

Figura 57.

Sección isométrica: Muros celosía.

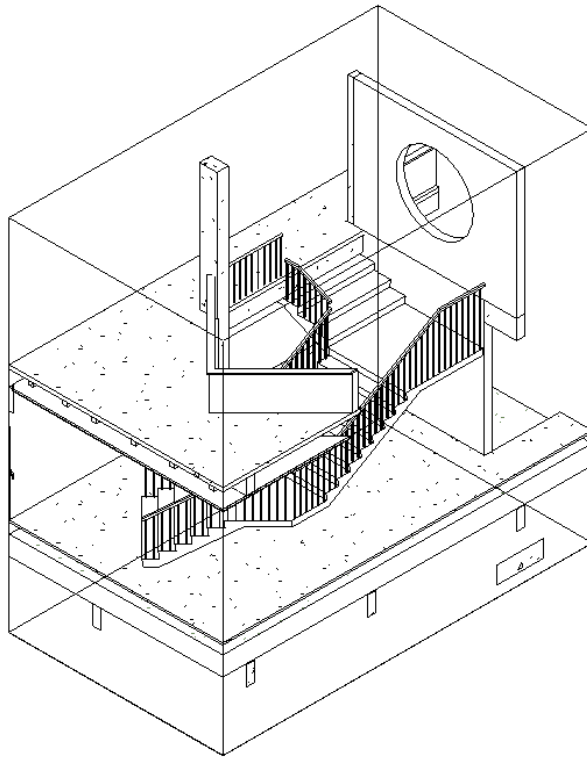


Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Se considera el planteamiento de una escalera monolítica de 3 tramos y 2 metros de ancho, apoyada por un muro estructural de 200 mm de grosor. Destacando su diagonal enmarcada en la entrada principal, insinuando y repartiendo los recorridos a todo el complejo.

Figura 58.

Sección isométrica: Punto fijo - Escalera.



Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Modelado de redes MEP.

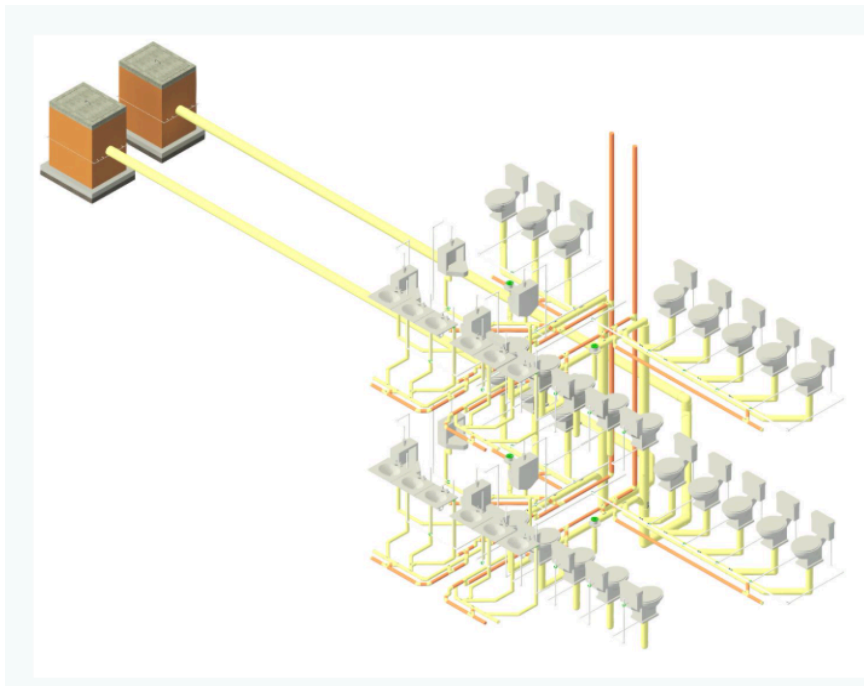
Se les denomina a las instalaciones técnicas presentes en una edificación; de acuerdo con (Peña, 2017), sus siglas derivan de las palabras Mechanical - Electrical - Plumbing, respectivamente (M.E.P.). En

este apartado, el módulo 3, con la continuación del modelado formal del proyecto que se llevó a cabo, es esencial para definir de manera más puntual y precisa la ubicación, elementos y trazados de estas redes y cómo estas se complementan entre sí para la funcionalidad básica de un proyecto constructivo.

Ayudando a definir también las cantidades de los elementos que forman parte de cada sistema modelado y otros detalles y parámetros a tener en cuenta para el presupuesto del proyecto, así como la facilidad que ofrece para su visualización 3D de manera alterna gracias a la aplicación del programa Autodesk Revit, y su multidisciplinariedad entre distintas áreas que forman parte para el funcionamiento óptimo de una construcción.

Figura 59.

Isometría: Modelado de redes sanitarias y de suministro.

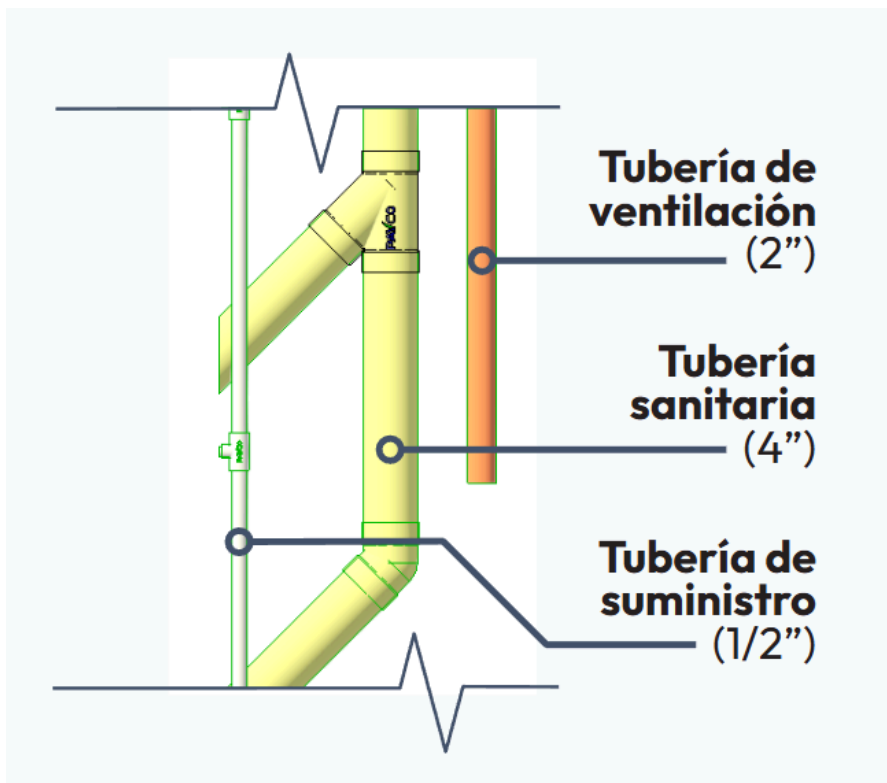


Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Para las redes de fontanería, se procede a hacer el modelado de las redes sanitarias y de suministro para los baños de hombres y mujeres del complejo comercial, administrativo y formativo del Centro Agroindustrial. Esto registrado bajo la NTC 1500, regido bajo el código colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias. (Ver Figura 58).

Figura 60.

Sección en planta: Redes de fontanería.



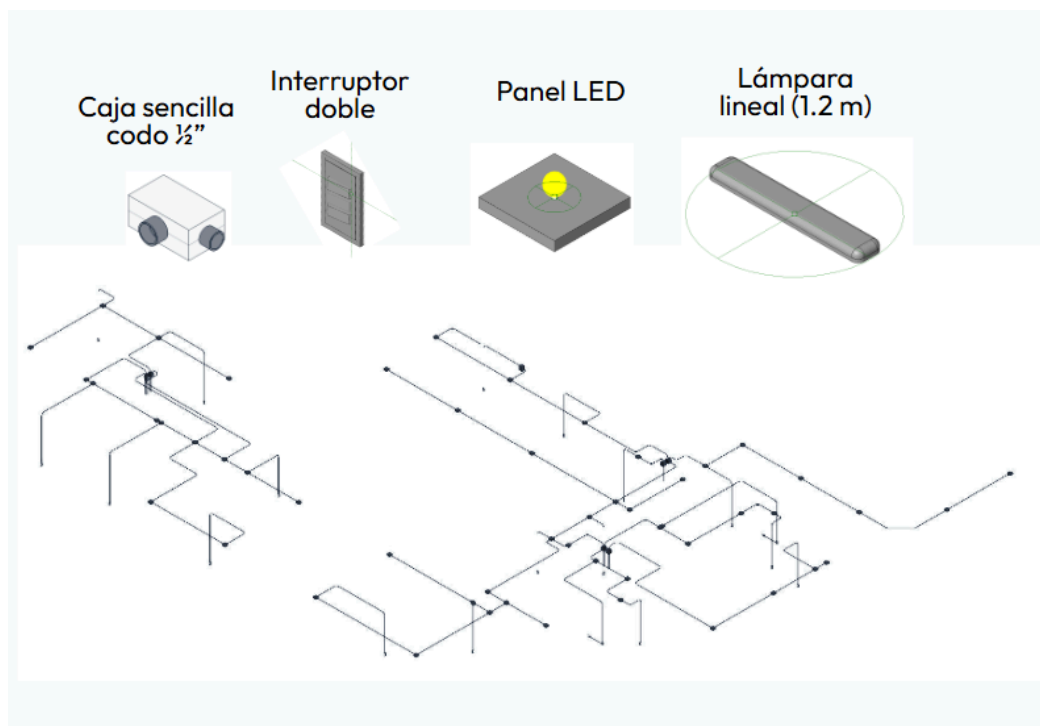
Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Al momento de modelar las redes, se definieron los diámetros correspondientes a cada función de la tubería, tanto de suministro de agua fría, de principalmente $\frac{1}{2}$ " pulgada de diámetro, como las de

desagüe de aguas negras provenientes de los desechos sanitarios, principalmente de 2" y 4" pulgadas, enmarcados por un trayecto con una pendiente de entre 2% y 3%, para que por medio de la gravedad y las uniones en dirección a la pendiente permita el paso continuo de los desechos, evitando estancamientos indebidos que perjudiquen la evacuación correcta, además de los codos y "ye" proyectados a 45° para complementar el trazado continuo de la red, como se refleja en la Figura 59.

Figura 61.

Axonometría: Redes eléctricas.



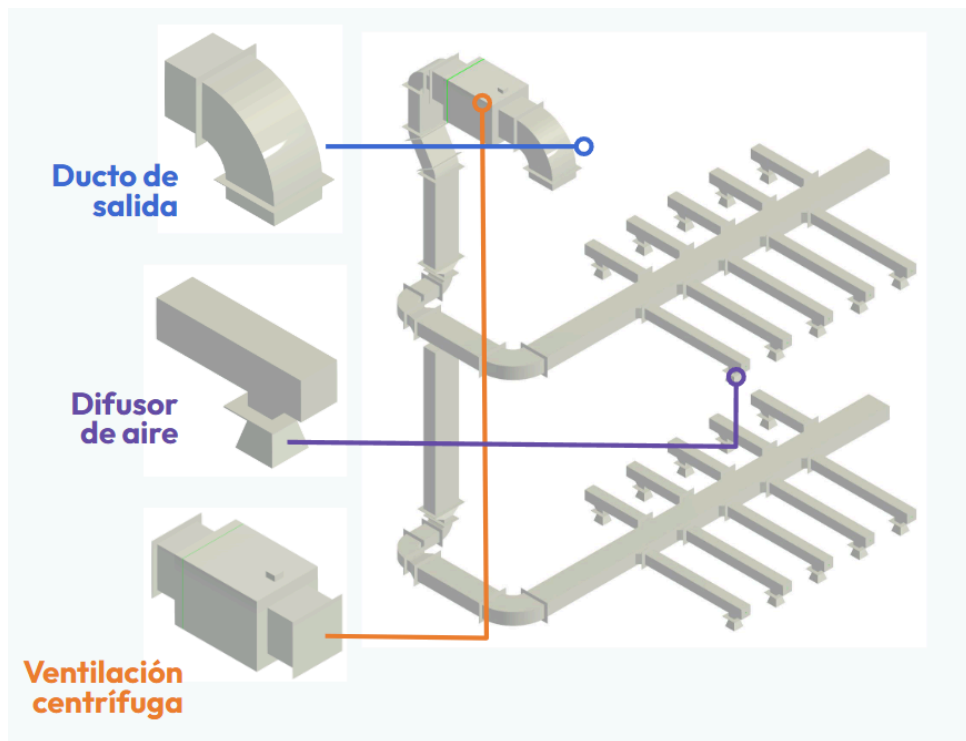
Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

En cuanto al modelado de las redes eléctricas, se contó con la colocación del tablero de distribución, al cual derivará con la conexión por medio de las tuberías especializadas para el paso de la

acometida eléctrica del proyecto, conectando con los demás elementos como tomacorrientes sencillos y con protección al agua tipo GFCI, interruptores y paneles de luz que se pueden contemplar en la Figura 60. Así como la conexión formal entre los elementos y sus circuitos correspondientes definidos dentro del mismo programa, manejando la plantilla ecléctica especializada que cuenta Autodesk Revit en el menú de inicio antes de empezar cualquier proyecto.

Figura 62.

Axonometría: Redes mecánicas HVAC.



Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

En la misma ubicación de los baños del complejo, se procede a realizar el modelado de la red de ventilación, donde se ubican los ductos de extracción, las rejillas de extracción y otros elementos complementarios que se pueden contemplar en la Figura 61.

Módulo 4: Coordinación de especialidades, documentación y tiempos.

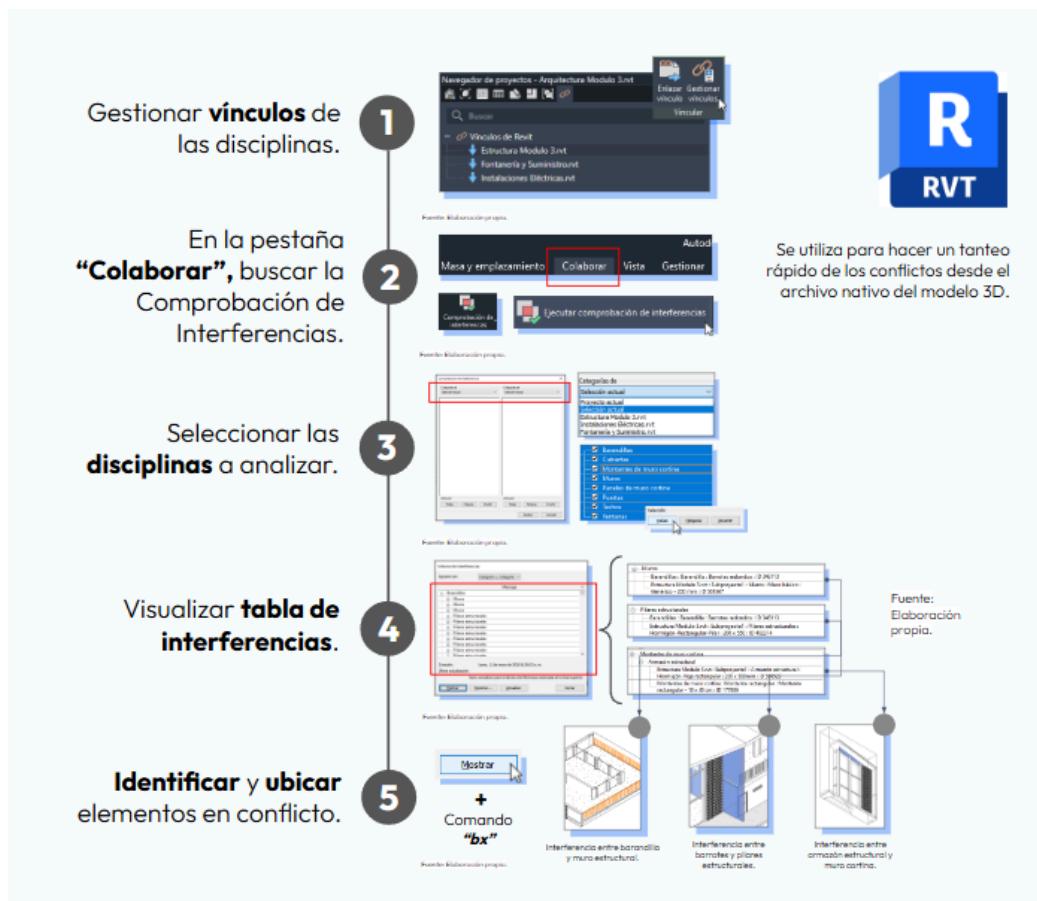
Dentro de la temática abarcada en este módulo, se ve la gestión multidisciplinaria en acción dentro de la coordinación multidisciplinaria, orientada a la detección y gestión de interferencias entre las distintas áreas y profesionales que se involucran dentro de un proyecto, generando la documentación debida para su oportuna corrección, así como la planimetría y otros formatos establecidos en el EIR anteriormente mencionado, de acuerdo con los alcances del proyecto.

Análisis de interferencias.

Una de las funciones más indispensables dentro de la metodología BIM es el análisis de interferencias entre disciplinas en un modelo 3D, el cual permite un mejor monitoreo del modelado en la etapa de diseño de un proyecto constructivo bajo la metodología BIM. La cual, a través del control de interferencias, busca la mitigación de conflictos multidisciplinarios que se puedan presentar en el desarrollo de un modelo 3D. Mitigando sobrecostos que se puedan manifestar en el momento de la construcción del proyecto, lo que puede dilatar los tiempos de planeación, ejecución y finalización de obra.

Figura 63.

Función: Comprobación de interferencias.



Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

El análisis se llevó a cabo en el entorno colaborativo que ofrece Autodesk entre Revit y Navisworks, donde en primera instancia se realiza el debido análisis con la función integrada que ofrece Revit, la cual se encuentra en la pestaña de “Colaborar”; esto permite de manera local y sin la necesidad de software externo para poder llevar a cabo este análisis de forma nativa con el modelo directamente,

esto teniendo en cuenta los enlaces y plantillas vinculadas en el proyecto principal donde convergen todas las especialidades que se deseen analizar, para hacer una corrección más directa, mientras que para tener un análisis más detallado y especializado se opta por la otra opción que tiene Navisworks, como se demuestra en la siguiente figura.

Figura 64.

Función Clash Detective.

Opta por un enfoque más especializado para identificar interferencias.

- 1 Exportar disciplinas en formato **.NWC**
- 2 En Navisworks, seleccionar **“Añadir”** para importar.
- 3 En la pestaña de Inicio, seleccionar **“Clash Detective”**
- 4 Seleccionar **“Añadir prueba”** y asignar nombre según corresponda.
- 5 Definir lineamientos; dar en **“Ejecutar prueba”** y visualizar interferencias.

Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Navisworks 2025.

Creación de informes de coordinación.

De acuerdo con (Abanda, 2025), la creación de estos informes, permite la delegación por parte del coordinador BIM para poder gestionar las correcciones de las interferencias y conflictos anteriormente detectados e identificados, asegurando la trazabilidad de los flujos de trabajo ejercidos en los roles establecidos en la primera instancia al momento de asumir un proyecto constructivo bajo la metodología BIM y su resolución oportuna en las etapas pertinentes del ciclo de vida.

Figura 65.

Formatos exportables de informes de coordinación.



Nota. Elaboración propia

Los principales formatos exportables para los informes, según las necesidades que el trabajo colaborativo lo requiera, pero principalmente se manejan de forma tabular. Estos principalmente se establecen para manejar un estándar para la visualización web, lo que permite que se comparta de manera práctica sin la necesidad de un programa específico para poderlo visualizar, facilitando la comunicación entre los equipos de trabajo que son partícipes dentro del proyecto.

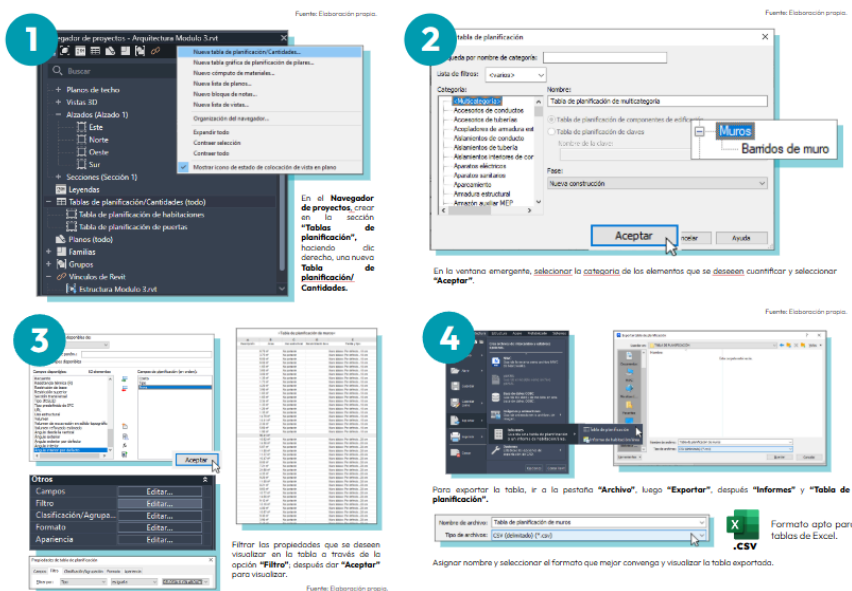
Abstracción y gestión de cantidades

Siguiendo de la mano con los informes y otros formatos exportables en la metodología BIM, se abarca los informes con la gestión de cantidades en un modelo constructivo, por medio del manejo de estos programas empleados como Autodesk Revit, lo que permite obtener mediciones y cantidades precisas de cada uno de los elementos utilizados en la etapa de modelado del proyecto.

El proceso se lleva a cabo con el programa Revit de igual manera que en el punto anterior, lo que permite identificar de manera más relevante los elementos y otras propiedades que se requieran para realizar la cotización de cada uno de los materiales empleados para llevar a cabo la planificación de la etapa constructiva del proyecto.

Figura 66.

Paso a paso, exportación de cantidades.



Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

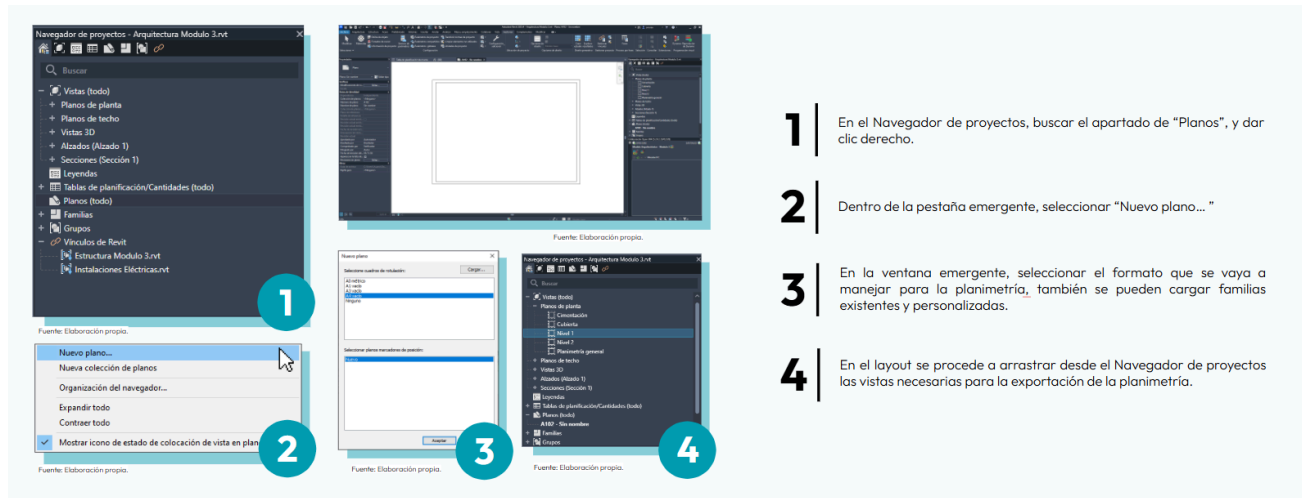
El procedimiento se contempla bajo los siguientes pasos: acceso a la opción de exportación de cantidades desde el modelo BIM, ubicado en la pestaña de “Archivo”, ubicado en el menú superior de la interfaz de Revit, lo cual se procede a hacer la selección de parámetros, disciplinas y categorías de los elementos que se deseen visualizar en los formatos exportables. Esta información se articula directamente con la dimensión 5D dentro del ciclo de vida en la metodología BIM, integrando los costos asociados a los elementos del modelo, contribuyendo a la gestión financiera más precisa para materializar las áreas administrativas, formativas y comerciales delimitadas del Centro Agronindustrial.

Planimetría y documentación.

Dentro de los entregables establecidos en el EIR, se encuentran definidos la planimetría del proyecto, en la cual se determinan en dicho documento los formatos entregables acordados, unificando la documentación general del proyecto en su totalidad, principalmente entre las disciplinas de arquitectura e ingeniería, promoviendo la colaboración integral entre los profesionales que se involucran.

Figura 67.

Paso a paso, exportación de planimetría.

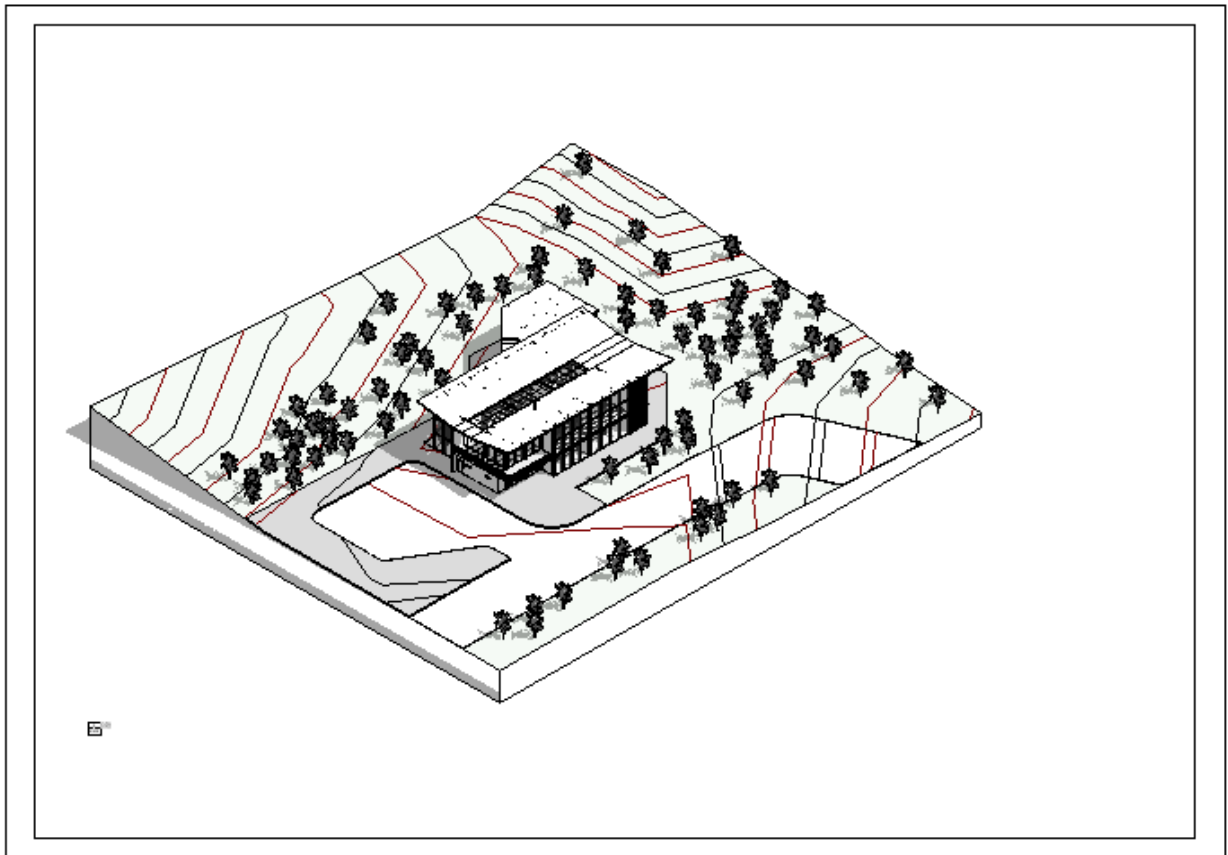


Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Como se contempla en la figura anterior, el proceso de exportación planimétrica se realiza desde el apartado de "Planos", encontrado en el Navegador de proyectos, ubicado usualmente en el panel derecho de la interfaz de Revit, en el cual se gestionan los planos existentes o los que se deseen generar, definiendo los parámetros y tamaños con los que se desea exportar la planimetría, donde también se pueden importar familias en formato .rfa para agilizar el proceso. Con los lineamientos de nomenclatura establecidos, se procede a realizar la documentación organizada y estandarizada según cada caso lo requiera, definido en el EIR con antelación, para garantizar la coherencia entre los productos y formatos entregables y su debida identificación de los planos a lo largo del proceso constructivo. Resultados como muestra se pueden contemplar en las Figuras 67, 68 y 69.

Figura 68.

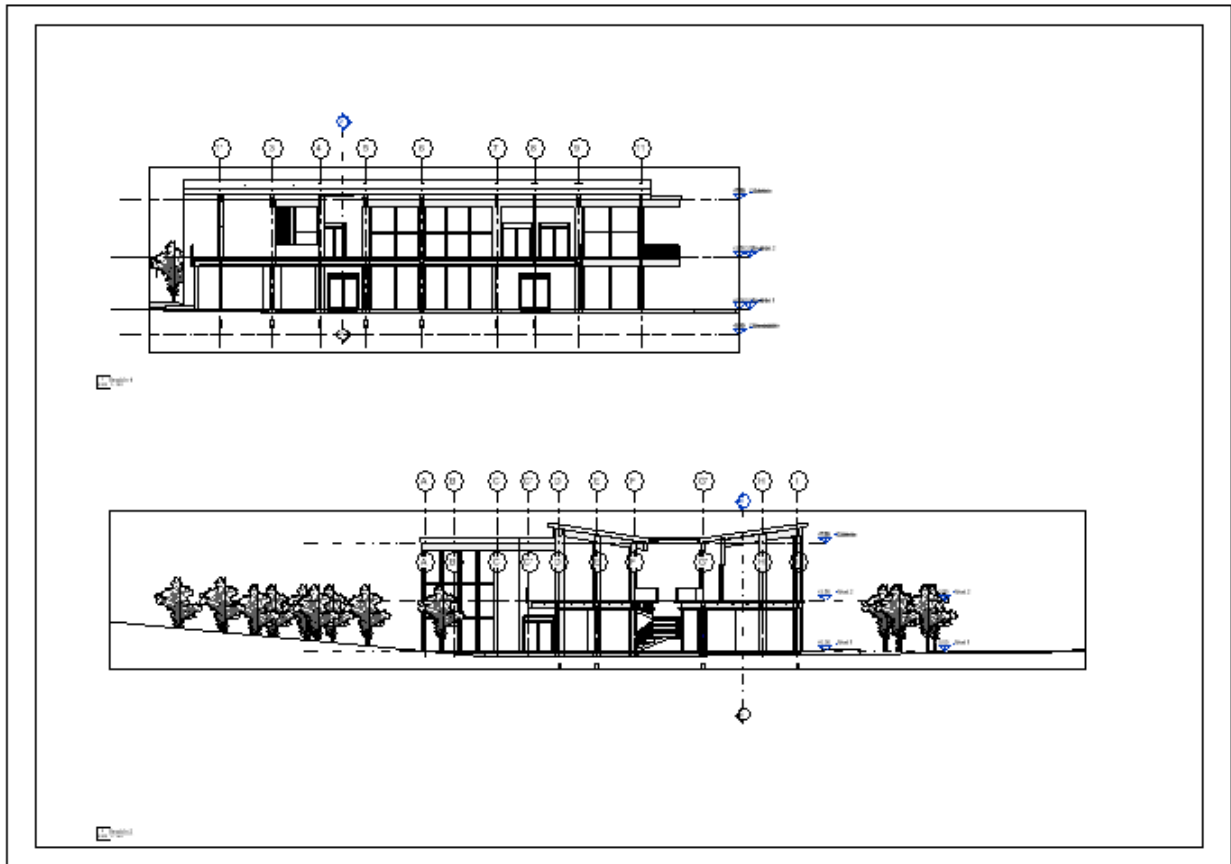
Muestra inicial de exportación de planimetría. Axonometría general.



Nota. Elaboración propia. Exportado en formato ½ pliego (700 mm X 500 mm).

Figura 69.

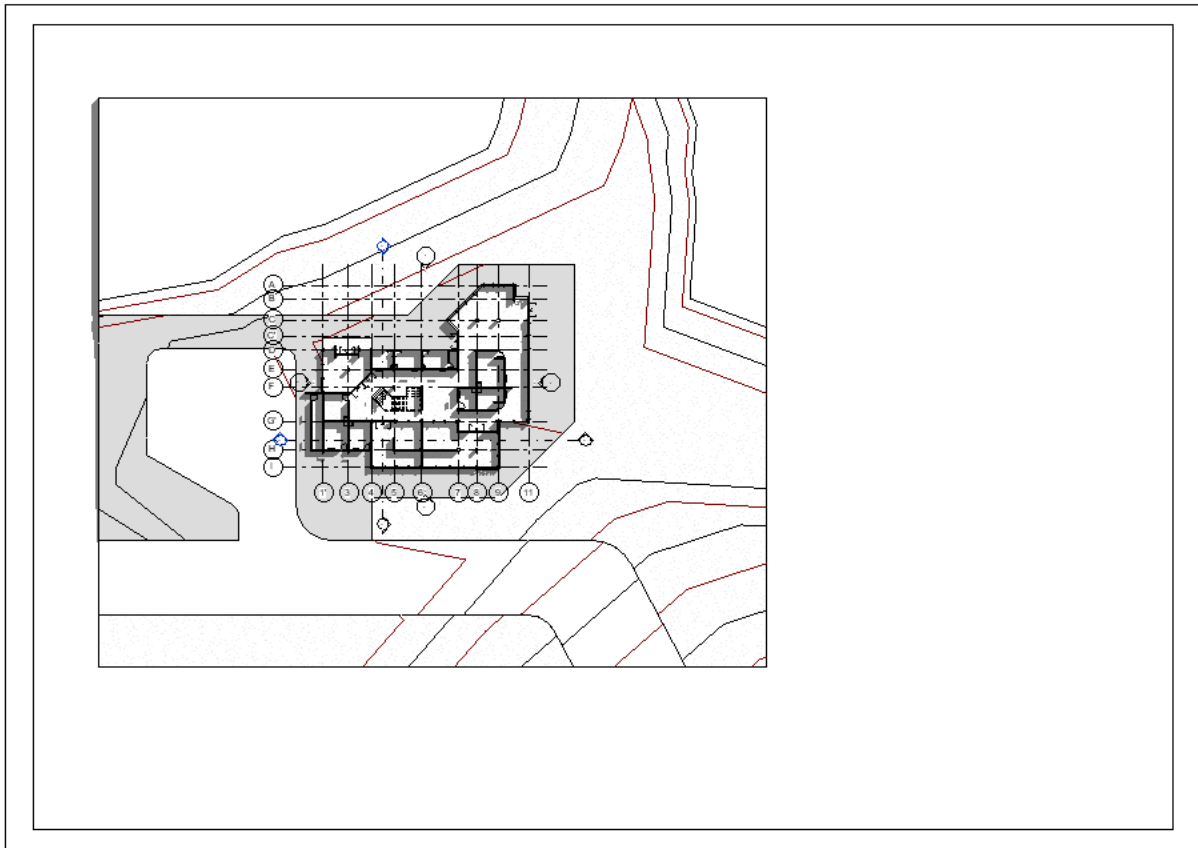
Muestra inicial de exportación de planimetría. Alzados generales.



Nota. Elaboración propia. Exportado en formato ½ pliego (700 mm X 500 mm).

Figura 70.

Muestra inicial de exportación de planimetría. Planta general - Primer nivel.



Nota. Elaboración propia. Exportado en formato ½ pliego (700 mm X 500 mm).

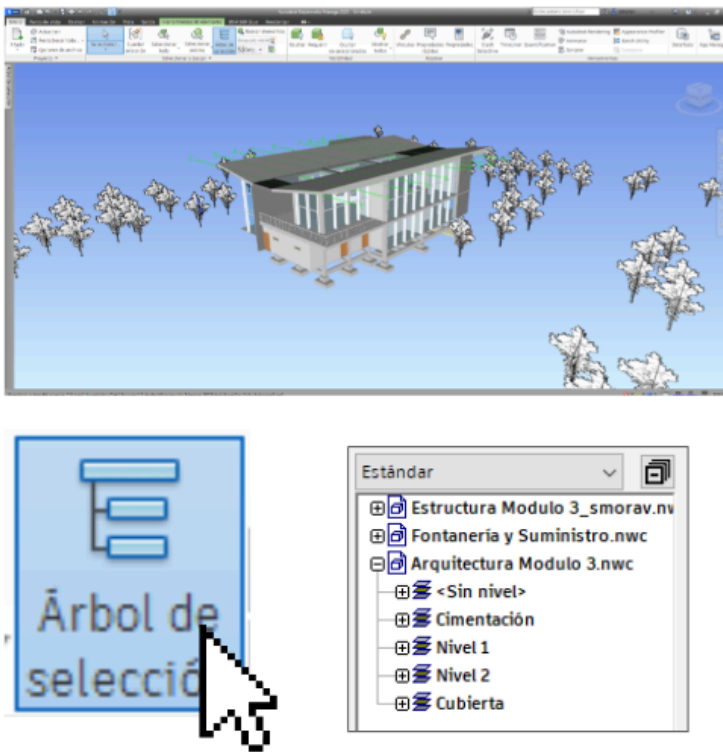
Simulación de actividades constructivas.

Se constituye dentro de la dimensión 4D de la metodología BIM, vinculando el modelo tridimensional con la programación de obra mediante la asignación de tiempos de ejecución a cada tarea constructiva. Esta herramienta permite la capacidad de simular y anticipar posibles inconvenientes en la

secuencia de trabajo, optimizando los flujos de la coordinación del personal y maquinaria de manera efectiva con el plan de construcción a todos los actores involucrados.

Figura 71.

Ejecución herramienta “Árbol de selección”.

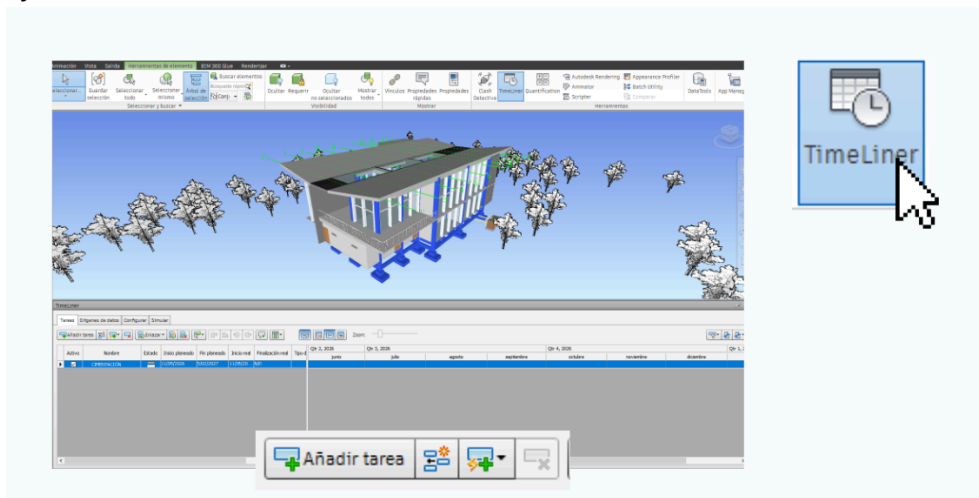


Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Navisworks 2025.

El “Árbol de selección” en Navisworks permite la gestión de archivos interdisciplinarios mucho más organizada, donde se despliega una lista de capas de todas las categorías que se encuentran en un proyecto de modelado 3D.

Figura 72.

Ejecución función “Árbol de selección”.



Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Navisworks 2025.

La función “TimeLiner” en Navisworks permite la simulación del proceso constructivo del proyecto por fases y disciplinas según se requiera. Esta herramienta posibilita la visualización dinámica del avance de obra en el tiempo, identificando la secuencia óptima de construcción de los distintos sistemas y permitiendo detectar posibles conflictos en la programación antes del inicio de los trabajos de campo para ejecutar la construcción del proyecto.

Módulo 5: Realidad virtual aumentada.

Se concreta el ciclo de modelación del proyecto por medio de los procesos de visualización avanzada y realidad virtual inmersiva de las áreas administrativas, comerciales y formativas contempladas dentro del programa arquitectónico del Centro Agroindustrial: Saccharum Gualivá,

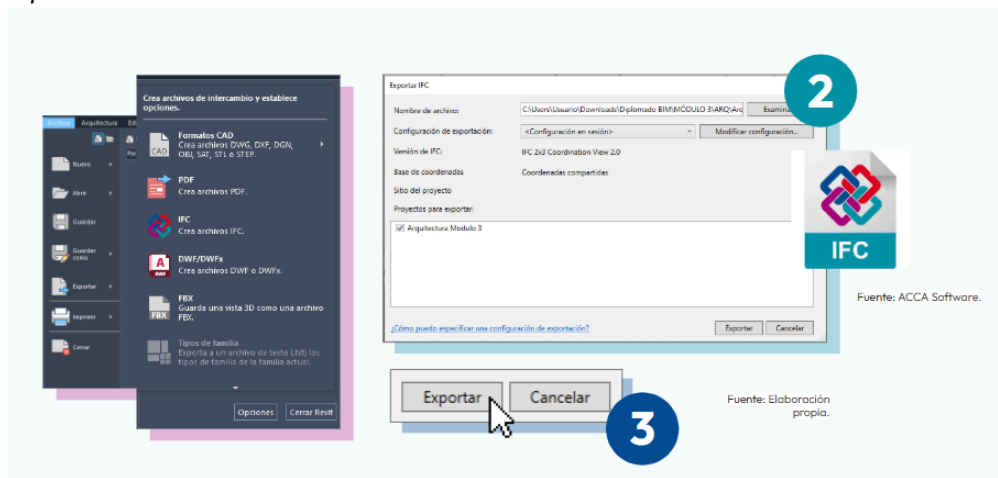
integrando la exportación del modelo BIM a plataformas y programas de renderización y visualización en tiempo real. En este módulo articula las tecnologías de la realidad virtual con el entorno BIM, permitiendo una presentación fotorrealista del proyecto que permite el manejo de formatos y productos audiovisuales para exponer un acercamiento del modelo 3D.

Exportación a IFC.

Así como se expuso en el apartado 5.1, este formato cumple un papel fundamental en este proceso de interoperabilidad entre distintos programas que forman parte del entorno BIM, como el estándar por excelencia entre las disciplinas de arquitectura e ingeniería.

Figura 73.

Exportación de archivos.



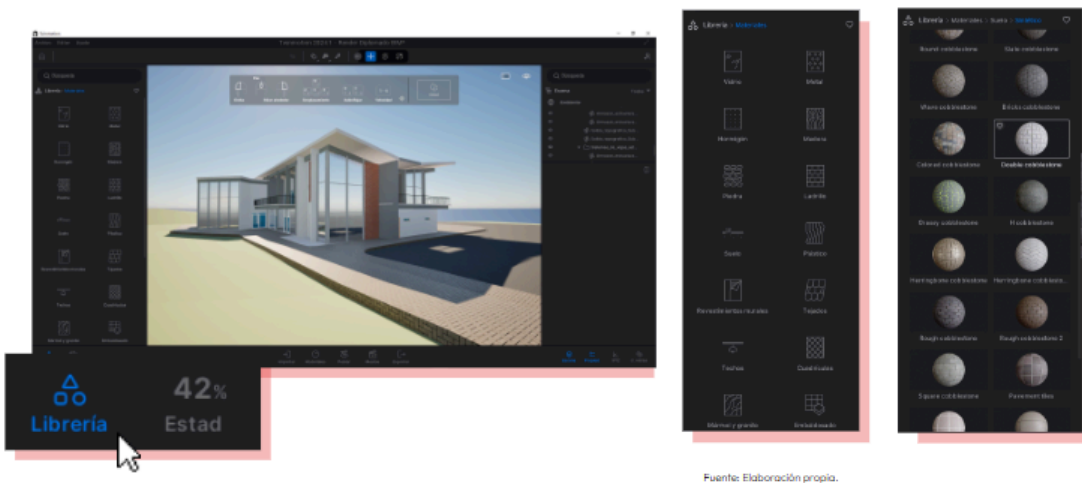
Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Autodesk Revit 2025.

Fotometría y retoque fotográfico 3D.

Con la exportación del modelo, la interfaz del programa de renderizado permite ejecutar procesos de producción de imágenes de alta calidad del proyecto, esto por medio de la ambientación como tal del modelo importado por la asignación de elementos, texturas y otros parámetros para el proceso de renderizado con base en la biblioteca local del programa, así como en sus configuraciones y propiedades de la escena a renderizar.

Figura 75.

Proceso de exportación y vinculación con Twinmotion.



Fuente: Elaboración propia.

Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Twinmotion 24.1.

Fondos climáticos: Manejo de luces, sombras y reflejos.

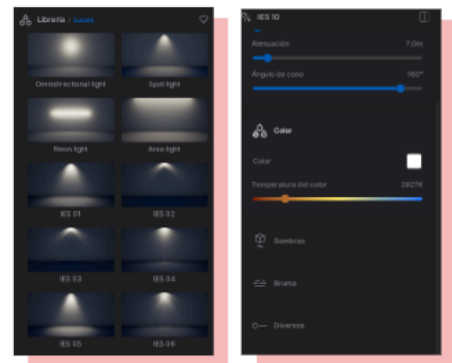
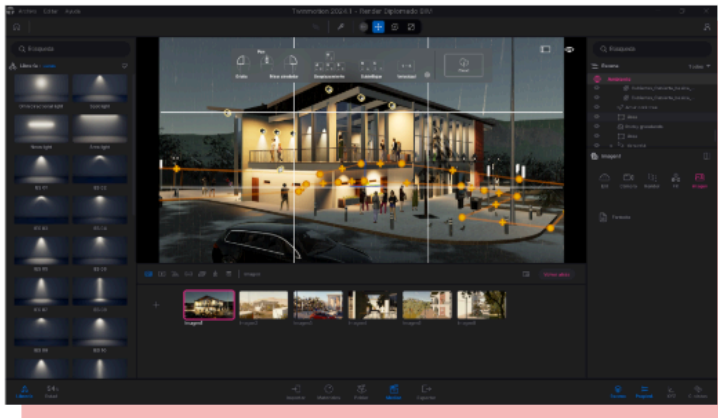
Twinmotion ofrece una amplia gama de configuraciones y parámetros que se pueden ajustar y adecuar a las visualizaciones para poder exponer y presentar el modelado 3D. La correcta configuración de los fondos climáticos permite simular condiciones meteorológicas y ambientales reales en la

implantación y emplazamiento del proyecto, en el cual se simularía el clima cálido del municipio de Villeta, municipio donde se considera la implementación del Centro Agroindustrial, contribuyendo a una representación más fiel del comportamiento lumínico y ambiental del edificio en su contexto geográfico específico.

Figura 76.

Interfaz de luces y parámetros ambientales.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Twinmotion 24.1.

Visualización del modelo 3D.

Figura 77.

Controles de navegación en Twinotion.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

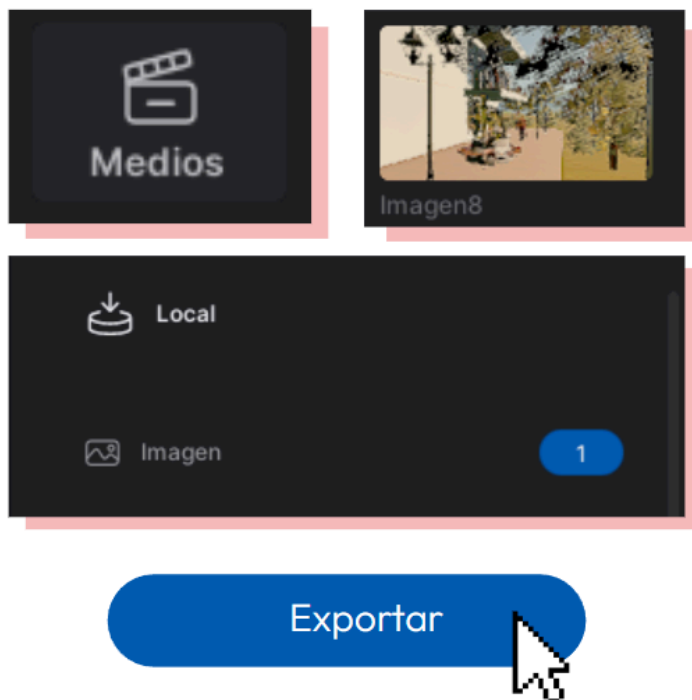
Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Twinmotion 24.1.

Definidos los principales aspectos de ambientación y parámetros fotográficos y escenas a mostrar, se procede a coordinar y organizar las escenas a renderizar, ya sea en formatos de imagen o audiovisuales como videos. Lo cual se procede a seleccionar dichas escenas y la resolución

correspondiente para renderizar. Esto contemplado en la navegación práctica e intuitiva que ofrece el programa.

Figura 78.

Función de medios y elección de escenas.



Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde interfaz de Twinmotion 24.1.

Las imágenes y formatos resultantes del proceso anterior son los siguientes, contemplando escenarios del proyecto donde se demuestra el acercamiento de lo que sería la implantación del proyecto, dando una idea cercana de la escala y tamaño del proyecto, contemplando que lo modelado solo corresponde a la zonificación del área administrativa, comercial y formativa del proyecto, adaptado a los alcances definidos anteriormente.

Figura 79.

Render implantación general.



Nota. Elaboración propia. Acabado final de renderizado desde Twinmotion 24.1

Figura 80.

Render espacio público.



Nota. Elaboración propia. Acabado final de renderizado desde Twinmotion 24.1

Figura 81.

Render espacio público 2.



Nota. Elaboración propia. Acabado final de renderizado desde Twinmotion 24.1

Figura 82.

Render pasillo interno.



Nota. Elaboración propia. Acabado final de renderizado desde Twinmotion 24.1

Realidad virtual inmersiva.

Por medio de la utilización de la plataforma Augin.hub, se realiza la exportación del modelo de manera colaborativa inmersiva, esto a través del manejo del formato IFC, como archivo base para poder realizar la visualización de este medio. Permitiendo su accesibilidad desde cualquier tipo de dispositivo móvil para su visualización, ofreciendo servicios de realidad aumentada del proyecto, destacando entre sus funcionalidades de almacenamiento en la nube, promoviendo la interacción colectiva entre los usuarios.

Figura 83.

Importación en plataforma Augin.



Nota. Elaboración propia. Captura de pantalla desde la versión de escritorio Augin.hub.

Conclusiones BIM:

La implementación de BIM en el desarrollo del Centro Agroindustrial es una estrategia clave que conecta los avances tecnológicos con la gestión de construcción del proyecto. Las capacidades de BIM, desde el modelado 3D hasta la gestión de las operaciones del activo construido, permiten la consolidación de toda la información del proyecto en un modelo digital compartido. Esto optimiza la planificación de la construcción, la gestión de costos y la colaboración entre arquitectos, ingenieros, constructores y demás profesionales involucrados.

En este sentido, BIM no solo fortalece la eficiencia técnica del proyecto, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental, rapidez de diseño y minimización en porcentajes de error y sobrecostos, consolidándose como una herramienta fundamental para materializar un modelo de desarrollo rural innovador, colaborativo e integrado en la provincia de Gualivá.

Conclusiones y recomendaciones:

A partir de la información previamente recolectada en los capítulos previos, nos permite concluir el conjunto de problemáticas estructurales en las que se encuentra la provincia de Gualivá en el departamento de Cundinamarca, que condicionan y afectan los índices de competitividad, sostenibilidad e identidad sociocultural de la población panelera en la región.

Entre los aspectos positivos del proceso investigativo abarcado, se destaca la validación empírica del marco teórico, demostrando el reconocimiento por parte de la población local del municipio ante la importancia que tiene la cañicultura en su cultura y economía, avalando los procesos de asociatividad

regional, la tecnificación y diversificación productiva. Por lo que, según los resultados de las encuestas semiestructuradas, se evidencia la aceptación del Centro Agroindustrial con un 93,1% (*Tabla 13*).

La pertinencia en la formulación del Centro Agroindustrial se ve reflejada de manera contundente por los altos índices de informalidad, la mala gestión de los residuos provenientes de los procesos productivos paneleros y la dependencia económica de la panela, traduciéndose en la falta de relevo generacional, determinado por la poca apropiación cultural entre la población y la actividad agrícola que gira en torno a la caña de azúcar panelera.

Las tendencias identificadas sugieren la negligencia en la falta de atención y oportuna acción que dé frente a esta problemática, que se profundiza a tal punto que genera fenómenos de desarraigo y pérdida cultural, la degradación ambiental y la fragmentación económica. Sin embargo, el interés y la participación ciudadana fueron bastante óptimos en cuanto a querer contribuir para la mitigación de dichos fenómenos que afectan su calidad de vida y el declive en la falta de apropiación de su territorio, donde se está abierto a la innovación productiva, la sostenibilidad ambiental y se reconoce la necesidad de diversificación económica.

Esto proyecta una oportunidad por medio del cultivo de la caña y la cañicultura como catalizador para transitar hacia modelos productivos circulares y fortalecer las cadenas de valor y revitalizar el territorio, esto por medio del Centro Agroindustrial de Cañicultura: Saccharum Gualivá como respuesta arquitectónica que permite facilitar los espacios óptimos que reafirmen los saberes ancestrales, evocando la memoria colectiva no solo del municipio, sino de la región, cuya identidad y cultura se basan en la caña panelera, donde las marcas y huellas de la gente a lo largo de los años se reflejan en sus tallos.

Lista de referencia o bibliografía

Abanda, F. H., Balu, B., Adukpo, S. E., & Akintola, A. (2025). *Decoding ISO 19650 through process modelling for information management and stakeholder communication in BIM*. *Buildings*, 15(3), 431. MDPI

Alcaldía de Útica. (2024). *Plan de Desarrollo Municipal*. Alcaldía de Útica.
<https://mapas.cundinamarca.gov.co/documents/33a4e29c35704dafbcc324f2ebb7a011>

Ángulo, A. M. (2011). *La pensión de invalidez en Colombia*. Universidad Libre de Colombia.

Asamblea Nacional Constituyente de Francia. (1789). *Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano*.
https://www.conseil-constitutionnel.fr/sites/default/files/as/root/bank_mm/espagnol/es_ddhc.pdf

Autodesk. (2024). *Revit 2025: Herramientas de modelado BIM para arquitectura, ingeniería y construcción*. Autodesk Inc. <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>

Autodesk. (2024). *Navisworks Manage 2025: Revisión y coordinación de proyectos de construcción*. Autodesk Inc. <https://www.autodesk.com/products/navisworks/overview>

Bernal, J., López, M., Cardozo, L., & Feo, C. (2017). *Historia de la cañicultura en Cundinamarca*.

BibLus. (2025). *Common Data Environment (CDE): qué es y cómo funciona según la ISO 19650*. ACCA Software. <https://biblus.accasoftware.com/es/common-data-environment>

Cardona, C. (2005). *Manejo de residuos agroindustriales en la producción panelera*. Universidad Nacional de Colombia.

Castañeda, J., Bueno, A., & González, M. (2019). *Programa para la caracterización e internacionalización de los procesos productivos del sector panelero en Útica*.

Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). *Economía circular*. *Economía Industrial*, 401(3), 11–20.
https://earthgonomic.org/biblioteca/Taller_Economia_Circular/2019_UniversidadComplutenseMadrid_Economia-Circular-autor-Cerda.pdf

Chaves, A. (2018). *Consumo de panela en Colombia*.

Concejo Municipal de Útica. (2014). *Acuerdo municipal No. 002 – Esquema de Ordenamiento Territorial*.
<https://www.utica-cundinamarca.gov.co/normatividad/acuerdo-municipal-no-002-esquema-de-ordenamiento-territorial>

Constitución Política de Colombia [Const. P.]. (1991). *Constitución Política de Colombia (2.a ed.)*. Leyer. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html

Córdoba, J. (2017). *La producción panelera en Colombia: condiciones sociales y económicas*.

Corte Constitucional de Colombia [C.C.]. (2004). *Sentencia T-025/04*.
<https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2004/t-025-04.htm>

Corte Constitucional de Colombia [C.C.]. (2008). *Sentencia C-030/08*.

DANE. (2016). *Censo Nacional Agropecuario (CNA 2016)*.

Departamento Nacional de Planeación. (2022). *Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026: Colombia, potencia mundial de la vida*. Presidencia de la República.

<https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026>

Doan, D. T., Atencio, E., Muñoz La Rivera, F., & Alnajjar, M. (2025). A systematic review on BIM-based Building Energy Modeling and its integration with the IoT. *Buildings*, 15(1), 112.

<https://doi.org/10.3390/buildings15010112>

Espinoza Benedetti, H. (2003). *Clusters: Teoría y desarrollo*.

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/108201>

FAO. (2023). *Estadísticas de producción agrícola mundial*.

Grajales, K. A. (2016). *Campesinos paneleros higienizados por la biopolítica*. Universidad Pontificia Bolivariana. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4253>

Gobernación de Cundinamarca. (2024). *Plan de Desarrollo Departamental de Cundinamarca 2024–2027*.

ISO. (2018). *ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including BIM — Information management using BIM — Part 1: Concepts and principles*. International Organization for Standardization.

Jia, J., Ma, H., & Zhang, Z. (2024). Integration of Industry Foundation Classes and ontology: Data, applications, challenges, and opportunities. *Buildings*, 14(4), 911. MDPI.

Kaur, R., Mwambegele, B. J., Abraham, A. G., Basheer, S. A., & Garia, S. (2025). A comprehensive review on BIM, its implementations and applications. *Discover Civil Engineering*, 2(177). Springer Nature.

Ley 388 de 1997. *Gestión del ordenamiento territorial.*

Ley 1876 de 2017. *Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA).*

Martinelli, L. A., Garrett, R., Ferraz, S. F., & Naylor, R. (2011). *Sugar and ethanol production as a rural development.*

Montiel, L. (2010). *Producción de bioetanol a partir de residuos agroindustriales.*

Niño, M., & Tocaruncho, D. (2013). *Evaluación para la producción y comercialización de la panela orgánica del Guavio en Bogotá.*

Patiño, V. M. (s.f.). *Esbozo histórico sobre la caña de azúcar.*

Pretty, J. (2008). *Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1491), 447–465. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>

Rodríguez Mesa, R. (2019). *Tratado sobre seguridad social. Universidad del Norte.*

Rodríguez, C. (2023). *La importancia de las reservas naturales urbanas como espacios de identidad ecológica en los territorios.*

Rodríguez, Portillo, & Puig. (2021). *Estrategias de alfabetización ambiental.*

Twinmotion. (2024). *Twinmotion 2024.1: Real-time 3D visualization software for architecture and construction. Epic Games.* <https://www.twinmotion.com>

UMATA – UPRA. (2022). *Informe sobre la producción panelera en Útica y la provincia de Gualivá.*

UPRA. (2023). *Plan de Ordenamiento Productivo.*

Velásquez, M. (2007). *El sistema pensional colombiano*. Señal Editora.

Villegas, E., Aguila, L., Fiestas, J., Arce, M., & Vargas, A. (2010). *Aprovechamiento del bagazo en la producción panelera*.

Villalba Burgos, E. R. (2020). *Análisis del potencial ecoturístico de la provincia de Gualivá del departamento de Cundinamarca*. Universidad Cooperativa de Colombia.

Anexos

Anexo 1: *Fichas bibliográficas.*