CONSULTORÍA PARA LA FORMULACIÓN DE TRES MODELOS DE NEGOCIO SOSTENIBLES QUE ARTICULEN LA OFERTA DE MADERA DE AMAZONIA Y ORINOQUIA CON LA DEMANDA DE SECTORES ESPECÍFICOS EN CUNDINAMARCA

GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA

SECRETARÍA DE BIENESTAR VERDE

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. SBV-MC-PS-270 de 2025

REALIZADO POR:

GEOTEM SAS

DICIEMBRE 30 DE 2025

CONSULTORÍA PARA LA FORMULACIÓN DE TRES MODELOS DE NEGOCIO SOSTENIBLES QUE ARTICULEN LA OFERTA DE MADERA DE AMAZONIA Y ORINOQUIA CON LA DEMANDA DE SECTORES ESPECÍFICOS EN CUNDINAMARCA

PRODUCTO 2:

DISEÑAR LA ESTRUCTURA DE CADA MODELO DE NEGOCIO SEGÚN LA CADENA DE TRANSFORMACIÓN PRIORIZADA.

GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA

SECRETARÍA DE BIENESTAR VERDE

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. SBV-MC-PS-270 de 2025

REALIZADO POR:

GEOTEM SAS

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 8
2 OBJETIVOS 9
2.1 Objetivo General 9
2.2 Objetivos Específicos 9
3 MARCO CONCEPTUAL CADENA PRODUCTIVA/CADENA DE VALOR 9
3.1 Cadena Productiva vs. Cadena de Valor 9
3.2 Importancia de gestionar ambas visiones en el sector forestal 10
3.3 Estructura de la Cadena Productiva vs. Cadena de Valor: Actores y Roles 11
3.3.1 Estructura de la Cadena Productiva Forestal 11
3.3.2 Estructura de la Cadena de Valor Forestal 12
4 TENDENCIAS DEL MERCADO 15
4.1 Tendencias de mercado en la construcción con madera 15
4.1.1 A nivel Internacional 15
4.1.2 A nivel Latinoamérica 18
4.1.3 En Colombia 19
4.2 Tendencias de mercado en mobiliario y carpintería 22
4.2.1 A nivel Internacional 22
4.2.2 A nivel Latinoamérica 25
4.2.3 En Colombia 28
5 ANÁLISIS DOFA DEL SECTOR FORESTAL PARA LA RUTA DE VINCULACIÓN Y ARTICULACIÓN COMERCIAL 30
6 CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA POR CADENA PRIORIZADA 36
6.1 Panorama general demanda del sector construcción en Colombia 36
6.2 Panorama general demanda industria del mobiliario, carpintería y acabados en Colombia 38
6.3 Panorama demanda del sector forestal productivo en Cundinamarca en su relación con el territorio Amazonía y Orinoquia 39
6.3.1 Estructura y Actores de la Industria 39
6.3.2 Relación comercial histórica Cundinamarca y la madera de la Amazonia y Orinoquia 41
6.3.3 Análisis del uso de la madera en 242 empresas encuestadas de Cundinamarca por FEDEMADERAS 42
6.3.4 Análisis desde las 42 empresas encuestadas de Cundinamarca por Geotem SAS 45
6.4 Empresas demandantes clasificadas como aliados estratégicos inmediatos y aliados potenciales 48
6.4.1 Descripción de las empresas clasificadas como aliados estratégicos inmediatos 50
7 CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA 84
7.1 Núcleos de Desarrollo Forestal y Biodiversidad de la Amazonía y Orinoquia 84
7.1.1 Núcleos de Desarrollo Forestal en la Amazonía Colombiana 85
7.1.2 Núcleos de Desarrollo Forestal en la Orinoquía Colombiana 89
7.1.3 Conexiones logísticas con Cundinamarca 91

7.2 Selección y caracterización de NDFyB oferentes para iniciar la ruta de vinculación y articulación comercial 92
7.2.1 Núcleo de Desarrollo Forestal Los Puertos - Guaviare 92
7.2.2 Núcleo de Desarrollo Forestal Orotuyo - Caquetá 101
7.3 Definición de productos ofertados versus la demanda identificada 108
7.3.1 Especificaciones para maderas de uso estructural y mobiliario 111
7.3.2 Estándares para maderas livianas 111
7.4 Grandes retos para la fijación de precios 115
8 DEFINICIÓN DE SECTOR Y CADENAS PRIORIZADAS 124
8.1 Modelo de negocio 1 – NDFyB – transformadores industriales con mayor integración vertical (empresas ancla) – sector construcción 125
8.1.1 Justificación Modelo de negocio 1 126
8.2 Modelo de negocio 2 – NDFyB – Centros de Acopio, acondicionamiento y distribución (nodos de agregación de valor) - Talleres de segunda transformación especializada (fabricación de muebles, carpintería especializada y soluciones arquitectónicas en madera). 128
8.2.1 Justificación Modelo de negocio 2 128
8.3 Modelo de negocio 3 – Abastecimiento de subproductos y residuos de madera trazable de empresas transformadoras en Cundinamarca para su aprovechamiento en Biochar. 130
8.3.1 Justificación Modelo de negocio 3 130
9 MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA EL DISEÑO Y ANÁLISIS DE MODELOS DE NEGOCIO SOSTENIBLES PROPUESTOS 132
9.1 Marco conceptual 132
9.2 Marco metodológico 134
10 DISEÑO Y ANÁLISIS MODELO DE NEGOCIO 1 – NDFYB – TRANSFORMADORES INDUSTRIALES CON MAYOR INTEGRACIÓN VERTICAL (EMPRESAS ANCLA) – SECTOR CONSTRUCCIÓN 134
10.1 Capa económica Modelo de Negocio 1 134
10.1.1 Esquema logístico Modelo de Negocio 1 142
10.1.2 Roles y responsabilidades por tipo de actor Modelo de Negocio 1 144
10.2 Capa ambiental Modelo de Negocio 1 148
10.3 Capa social Modelo de Negocio 1 152
10.4 Capa técnica Modelo de Negocio 1 155
11 DISEÑO Y ANÁLISIS MODELO DE NEGOCIO 2 – NDFyB – CENTROS DE ACOPIO, ACONDICIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN (NODOS DE AGREGACIÓN DE VALOR) - TALLERES DE SEGUNDA TRANSFORMACIÓN ESPECIALIZADA (FABRICACIÓN DE MUEBLES, CARPINTERÍA ESPECIALIZADA Y SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS EN MADERA) 158
11.1 Capa económica – modelo de negocio 2 158
11.1.1 Esquema Logístico – modelo de negocio 2 166
11.1.2 Roles y responsabilidades por tipo de actor Modelo de Negocio 2 170
11.2 Capa ambiental – modelo de negocio 2 174
11.3 Capa social – modelo de negocio 2 177
11.4 Capa técnica – modelo de negocio 2 180

12 ANÁLISIS MODELO DE NEGOCIO 3 – ABASTECIMIENTO DE SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS DE MADERA TRAZABLE DE EMPRESAS TRANSFORMADORAS EN CUNDINAMARCA PARA SU APROVECHAMIENTO EN BIOCHAR 183

12.1 El principio de uso en cascada de la madera 183

12.2 Contexto frente al aprovechamiento de residuos y subproductos en las empresas transformadoras de Cundinamarca 183

12.3 Rangos de referencia internacionales para el cálculo de cantidad de subproductos o residuos 185

12.3.1 Estimaciones en la generación de residuos 185

12.4 Ejemplos de aprovechamiento en diferentes casos empresariales 186

12.4.1 Caso referente: Cotierra 187

12.5 Definición de Biochar 189

12.6 Emisiones en la producción de biochar 190

12.7 Seguridad y Salud en el Trabajo en el manejo de un sistema de pirólisis móvil 191

12.8 Descripción del modelo de negocio 3 194

12.8.1 Alternativas para la figura del operador del sistema móvil de pirólisis 196

12.8.2 Ruta regulatoria condicionada para biochar, RENARE y participación en mercados de carbono . 201

12.9 Capa económica modelo de negocio 3 203

12.9.1 Esquema Logístico – modelo de negocio 3 213

12.9.2 Roles y responsabilidades por tipo de actor Modelo de Negocio 3 214

12.10 Capa ambiental modelo de negocio 3 216

12.11 Capa social modelo de negocio 3 220

12.12 Capa técnica modelo de negocio 3 223

13 ESQUEMA DE GOBERNANZA PARA LOS MODELOS DE NEGOCIO 226

14 RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS 226

14.1 Diseñar estrategias diferenciadas de fortalecimiento organizacional para los Núcleos de Desarrollo Forestal 228

14.2 Realizar ferias técnicas con madera en dimensiones reales para demostrar el potencial productivo del bosque 228

14.3 Incorporar herramientas de visualización digital y realidad virtual para fortalecer la comprensión del manejo forestal 229

14.4 Promover el desarrollo paralelo y complementario de los modelos de negocio 1 y 2 230

14.5 Construir un sistema permanente de inteligencia de mercado para especies amazónicas y orinoquenses 231

14.6 Crear un sistema integrado de información del abastecimiento forestal 231

14.7 Desarrollar estrategias de posicionamiento de la madera amazónica como material sostenible 232

14.8 Promover proyectos demostrativos de alto impacto en el mercado 234

14.9 Convertir el nodo de agregación de valor en showroom y centro de experiencia de madera sostenible 235

14.10 Consolidar una agenda de compras colectivas y pedidos programados 235

14.11 Formalizar un pacto de valor compartido entre NDFyB, nodo y talleres 236

14.12 Crear una escuela bosque–empresa–taller para transferencia de conocimiento 236

14.13 Desarrollar una caja de herramientas para talleres y empresas sostenibles 236
14.14 Implementar un laboratorio de merma cero y economía circular 237
14.15 Fortalecer la gobernanza y los mecanismos de coordinación de la cadena 237
14.16 Medir y comunicar impactos, beneficios y resultados del modelo 238
14.17 Visibilizar las ventajas de la madera en viviendas rurales no convencionales, cuando el ordenamiento territorial lo permita 238
14.18 Fortalecimiento de la formación en procesos constructivos con madera legal y sostenible para arquitectura, diseño, ingeniería civil, ingeniería industrial y profesiones afines 240
14.19 Desarrollar una estrategia de comunicación para diferenciar el aprovechamiento forestal sostenible de la deforestación 243
15 CONCLUSIONES 245
16 ANEXOS 248
17 REFERENCIAS 249

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales ejes que plantean un panorama positivo para la expansión de la construcción con madera. 16
Tabla 2. Principales ejes que son tendencia de la construcción con madera en Colombia. 20
Tabla 3. Principales tendencias internacionales del mercado de mobiliario y carpintería. 23
Tabla 4. Principales tendencias latinoamericanas del mercado de mobiliario y carpintería. 26
Tabla 5. Principales aspectos que son tendencia en el mercado de mobiliario y carpintería para Colombia. 29
Tabla 6. Principales cifras del panorama general del sector construcción. 36
Tabla 7. Principales cifras del panorama general del sector manufacturas. 38
Tabla 8. Especies movilizadas de acuerdo con el SNIF. 40
Tabla 9. Distribución del uso de madera por segmento productivo en Cundinamarca. 42
Tabla 10. Empresas encuestadas con prioridad de aliado estratégico inmediato. 48
Tabla 11. Inventario de piezas en formato comercial para Bogotá, disponible por parte de Coagroitilla. 96
Tabla 12. Producto 1 - Maderas pesadas (densidad muy alta) y semipesadas (densidad media a alta). 110
Tabla 13. Producto 2 – Maderas livianas: Agrupación de maderas de densidades Media a Baja (0,35 – 0,65 g/cm³). 113
Tabla 14. Revisión precios aproximados por especie producto 1. 116
Tabla 15. Revisión precios aproximados por especie producto 2. 118
Tabla 16. Enfoque manejado por diferentes autores integrados al modelo de negocio sostenible propuesto. 132
Tabla 17. Ficha resumen integral de la capa económica – modelo de negocio 1. 138
Tabla 18. Actores y roles frente al modelo de negocio 1. 144
Tabla 19. Ficha resumen integral de la capa económica – Modelo de Negocio 2 162
Tabla 20. Actores y roles frente al modelo de negocio 2. 170
Tabla 21. Cálculo de m3 aproximados de subproductos generados por parte de las 42 empresas encuestadas. 186
Tabla 22. Principales riesgos y medidas de control en el manejo de un sistema de pirólisis móvil. 191
Tabla 23. Alternativas viables operador del sistema móvil de pirólisis. 196
Tabla 24. Modelo híbrido y progresivo. 198
Tabla 25. Ruta mínima regulatoria y técnica para la eventual generación de certificados de resultados de mitigación asociados al biochar en el Modelo de Negocio 3. 202
Tabla 26. Ficha resumen integral de la capa económica – Modelo de Negocio 3 208
Tabla 27. Actores y roles frente al modelo de negocio 3. 214
Tabla 28. Elementos innovadores para soportar el posicionamiento frente a aprovechar madera amazónica sostenible. 233

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Volumen en m^3 de madera movilizada desde la Orinoquia y amazonia al departamento de Cundinamarca (sin contar Bogotá, D.C.). 40

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Algunas especies ofertadas y catalogadas. 103

Foto 2, 3, 4. Aserradero portátil de Orotuyo. 104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cadena Productiva Forestal. 11

Figura 2. Cadena de valor de la transformación de madera. 14

Figura 3. Tendencias internacionales de la construcción con madera. 15

Figura 4. Tendencias de construcción en madera en América Latina. 18

Figura 5. Condiciones para ampliar la construcción con madera en Colombia. 19

Figura 6. Principales dinámicas que explican la transformación y expansión del mercado mobiliario y de carpintería a nivel global. 22

Figura 7. Tendencias y retos de consolidación para el sector de muebles en Latinoamérica. 25

Figura 8. Dinámica actual y condiciones de fortalecimiento. 28

Figura 9. Fortalezas para conectar la oferta forestal de la Amazonia y Orinoquia con la demanda de Cundinamarca 31

Figura 10. Debilidades que limitan la articulación entre la oferta forestal de la Amazonia y Orinoquia con la demanda de Cundinamarca. 32

Figura 11. Oportunidades que pueden impulsar un corredor comercial forestal legal y sostenible. 33

Figura 12. Amenazas que limitan la articulación entre la oferta forestal de la Amazonia y Orinoquia con la demanda de Cundinamarca. 35

Figura 13. Movilizaciones comparativas 2022 y 2023 (Cundinamarca). 41

Figura 14. Lugares habituales de compra de madera en Cundinamarca. 44

Figura 15. Tipo de establecimiento y vocación industrial (42 empresas). 45

Figura 16. Volumen de madera manejado mensualmente (42 empresas encuestadas). 46

Figura 17. Perfil de uso de especies maderables (42 empresas encuestadas). 47

Figura 18. Capacidad proyectada NDFyB de Coagroitilla. 100

Figura 19. Capacidad proyectada NDFyB de Orotuyo. 107

Figura 20. Sectores y cadenas de los modelos de negocio propuestos. 124

Figura 21. Capa económica – Modelo de Negocio 1 Link 141
Figura 22. Esquema logístico modelo de negocio 1 Link. 143
Figura 23. Capa ambiental – Modelo de negocio 1..... 151
Figura 24. Capa social – Modelo de Negocio 1. Link..... 154
Figura 25. Capa técnica – modelo de negocio 1. Link 157
Figura 26. Capa económica – modelo de negocio 2. Link 165
Figura 27. Esquema logístico – Modelo de Negocio 2..... 169
Figura 28. Capa ambiental – modelo de negocio 2 Link..... 176
Figura 29. Capa social – modelo de negocio 2. Link 179
Figura 30. Capa técnica – modelo de negocio 2. Link 182
Figura 31. Subproductos y residuos madereros y oportunidades de valorización en Cundinamarca. 184
Figura 32. Funcionamiento del modelo de negocio 3. 200
Figura 33. Capa económica – modelo de negocio 3. Link 212
Figura 34. Esquema logístico – modelo de negocio 3. 213
Figura 35. Capa ambiental – modelo de negocio 3. Link..... 219
Figura 36. Capa social – modelo de negocio 3. Link 222
Figura 37. Capa técnica – modelo de negocio 3. Link 225
Figura 38. Enfoque de las recomendaciones estratégicas. 227

1 INTRODUCCIÓN

Una vez definidos los lineamientos técnicos, legales, ambientales y operativos que orientaron la selección de los transformadores aliados que participarán en el desarrollo de modelos de negocio sostenibles en el departamento de Cundinamarca —proceso que se encuentra documentado en el Producto 1: Mapeo, caracterización y criterios técnicos, legales y de sostenibilidad para la selección de transformadores aliados de madera en Cundinamarca, el trabajo avanzó hacia la priorización de sectores estratégicos. Este ejercicio tiene como propósito consolidar modelos de negocio sustentados en cadenas de suministro confiables, competitivas y alineadas con los compromisos nacionales en materia de lucha contra la deforestación.

En este contexto, el presente documento expone la estructura propuesta para la definición de los escenarios de comercialización a través del diseño de tres modelos de negocio sostenibles para cada una de las cadenas priorizadas, así como la metodología planteada para su implementación progresiva. Este planteamiento se construye a partir de la revisión de información secundaria, del conocimiento y la experiencia de la empresa consultora Geotem SAS, y del análisis de los resultados de la encuesta aplicada a los transformadores aliados.

Resulta pertinente precisar que, si bien este ejercicio establece una base metodológica sólida para aproximarse al diseño de modelos de negocio sostenibles orientados a la consolidación de alianzas comerciales duraderas e inclusivas, la consultoría reconoce como una limitante asociada al tiempo de ejecución la imposibilidad de desarrollar procesos más amplios de validación.

En ese sentido, se sugiere que, en una fase posterior al alcance del presente contrato, se incorporen procesos colaborativos de revisión y validación participativa del modelo, con la inclusión de un espectro más amplio de actores que intervienen en las respectivas cadenas de valor. Este reconocimiento responde a la comprensión de que los enfoques de cocreación son fundamentales para garantizar la viabilidad y sostenibilidad de este tipo de iniciativas.

Por ello, el alcance de la consultoría permite dejar definido un paso a paso metodológico que facilite, en procesos de mediano y largo plazo, el ajuste participativo y constructivo de los modelos propuestos, de acuerdo con los contextos específicos de cada cadena de valor priorizada.

También, se aclara que la metodología del modelo de negocio sostenible planteado se concibe como un enfoque de aplicación flexible. En este sentido, puede desarrollarse tanto a nivel de empresa u organización, como a nivel del análisis de la articulación entre la oferta y la demanda que se busca consolidar en los sectores priorizados, lo que amplía su potencial de aplicación y adaptación a distintos escenarios.

Asimismo, se presenta el contexto base y el marco conceptual de la cadena de valor forestal, como antesala para la formulación de los modelos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Proponer un modelo de negocio para cada una de las tres cadenas de valor priorizadas en Cundinamarca.

2.2 Objetivos Específicos

- Analizar las principales tendencias de mercado relacionadas con el sector forestal y sus cadenas de valor.
- Identificar oportunidades comerciales para articular la oferta de madera de la Amazonía y la Orinoquía con la demanda en Cundinamarca.
- Definir los sectores y cadenas de valor priorizadas para la formulación de los modelos de negocio.
- Caracterizar las condiciones de oferta y demanda que inciden en la viabilidad de cada cadena priorizada.
- Aplicar una ruta metodológica para el diseño, formulación, análisis y aproximación a la viabilidad económica de los modelos de negocio.
- Definir estrategias requeridas para acompañar la implementación de los modelos de negocio.

3 MARCO CONCEPTUAL CADENA PRODUCTIVA/CADENA DE VALOR

3.1 Cadena Productiva vs. Cadena de Valor

En el ámbito forestal, **cadena productiva** y **cadena de valor** son conceptos relacionados, pero con enfoques distintos. La *cadena productiva* típicamente se refiere a la secuencia lineal de actividades necesarias para llevar un producto del bosque al mercado (por ejemplo: aprovechamiento, transporte, transformación, comercialización). Suele estar **liderada por la oferta**, enfocándose en maximizar volúmenes y reducir costos inmediatos de producción. Por su parte, la *cadena de valor* adopta una perspectiva más amplia, **orientada por el mercado y el cliente**, considerando no solo las etapas productivas sino también cómo agregar valor en cada eslabón para lograr un producto competitivo y de calidad. En otras palabras, la visión de cadena de valor incluye todas las actividades (incluyendo servicios de apoyo, financiamiento, innovación, etc.) que aportan a la creación de valor final, mientras que la cadena productiva suele centrarse en la producción física del bien.

Diversos autores han contrastado estos enfoques. De acuerdo con Gutiérrez *et al.* (2000), citado por Hobbs et al. (2000) y Kaplinsky et al. (2000), existen diferencias clave entre cadenas productivas y de valor:

- **Orientación:** La cadena productiva está liderada por la **oferta** (se produce esperando vender), mientras que la cadena de valor está liderada por el **mercado**

o demanda (se produce en función de lo que el mercado necesita) (Gutiérrez *et al.*, 2000 adaptado de Hoobs, et ál. (2000); Kaplinsky, et ál. (2000).

- **Enfoque principal:** La cadena productiva enfatiza cantidades y **precio** (ingresos por volumen), mientras la cadena de valor enfatiza la **calidad** y diferenciación del producto, buscando mayor valor agregado (Gutiérrez *et al.*, 2000 adaptado de Hoobs, et ál. (2000); Kaplinsky, et ál. (2000).
- **Estructura y relaciones:** En cadenas productivas tradicionales, los actores tienden a trabajar de forma **independiente** con bajo o nulo nivel de cooperación (cada eslabón compite por su cuenta). En cambio, en una cadena de valor los actores se conciben como **interdependientes**, con mayor cooperación, alianzas estratégicas y compromiso mutuo (Gutiérrez *et al.*, 2000 adaptado de Hoobs, et ál. (2000); Kaplinsky, et ál. (2000).
- **Flujo de información:** En la cadena productiva la información entre actores es escasa o poco útil, mientras que en la cadena de valor la información es **compartida** de forma pertinente y está disponible para todos los eslabones, permitiendo una mejor coordinación (Gutiérrez *et al.*, 2000 adaptado de Hoobs, et ál. (2000); Kaplinsky, et ál. (2000).
- **Filosofía y visión temporal:** La cadena productiva suele promover una **competitividad individual** de corto plazo (cada actor busca maximizar su beneficio inmediato). En contraste, la cadena de valor promueve la **competitividad conjunta** de todos los participantes, con una visión de largo plazo orientada a la sostenibilidad (Gutiérrez *et al.*, 2000 adaptado de Hoobs, et ál. (2000); Kaplinsky, et ál. (2000).

Estas diferencias implican que la **cadena de valor** abarca una visión más sistémica y colaborativa, frente a la visión más transaccional de la **cadena productiva**.

3.2 Importancia de gestionar ambas visiones en el sector forestal

En sectores como el forestal, especialmente en el aprovechamiento de **madera de bosques naturales**, combinar ambos enfoques es crítico para lograr sostenibilidad. Por un lado, la visión de *cadena productiva* permite identificar cuellos de botella en cada eslabón productivo y mejorar la eficiencia y competitividad básica de la producción forestal. Por ejemplo, en la Amazonia colombiana intervenida se ha considerado pertinente utilizar el enfoque de cadena productiva para reconocer puntos críticos que frenan la competitividad en cada eslabón (e.g. extracción, transporte, transformación) y así atenderlos directamente.

Si no se optimizan estos procesos productivos (tasa de aprovechamiento, tiempos de transporte, rendimientos de aserrío, etc.), difícilmente se puede hablar de un manejo sostenible pues habría desperdicios y baja rentabilidad que incentivan prácticas ilegales o expansión descontrolada de la frontera forestal.

De otra parte, la **visión de cadena de valor** asegura que todos los actores –desde las comunidades que aprovechan el bosque hasta los consumidores finales– estén integrados bajo incentivos alineados. Un mal manejo de las cadenas de valor forestal puede conducir a *desalineación de incentivos* y, en consecuencia, a deforestación y degradación del bosque. Manejar la cadena de valor implica incorporar consideraciones de mercado

(demanda de madera legal, certificaciones, valor agregado) y apoyo institucional (políticas, financiación, asistencia técnica) que fomenten el *manejo forestal sostenible*.

En resumen, en el sector forestal colombiano es importante **complementar ambos enfoques**. La cadena productiva aporta eficiencia interna y mejora en procesos productivos, mientras que la cadena de valor aporta una visión integradora que agrega valor, mejora la distribución de beneficios y alinea a los actores con prácticas sostenibles y legales. Especialmente en bosques naturales, donde participan comunidades locales, es vital tener una perspectiva de cadena de valor que garantice que esas comunidades reciban beneficios justos y apoyo para manejar el bosque de forma sostenible, reduciendo así la presión por prácticas ilegales de corto plazo (BID, 2023).

3.3 Estructura de la Cadena Productiva vs. Cadena de Valor: Actores y Roles

Tanto la cadena productiva como la cadena de valor en el sector forestal comprenden una serie de **eslabones** o etapas, con actores específicos desempeñando roles en cada uno. A continuación, se describe la estructura típica de cada una, identificando a los actores involucrados y su rol.

3.3.1 Estructura de la Cadena Productiva Forestal

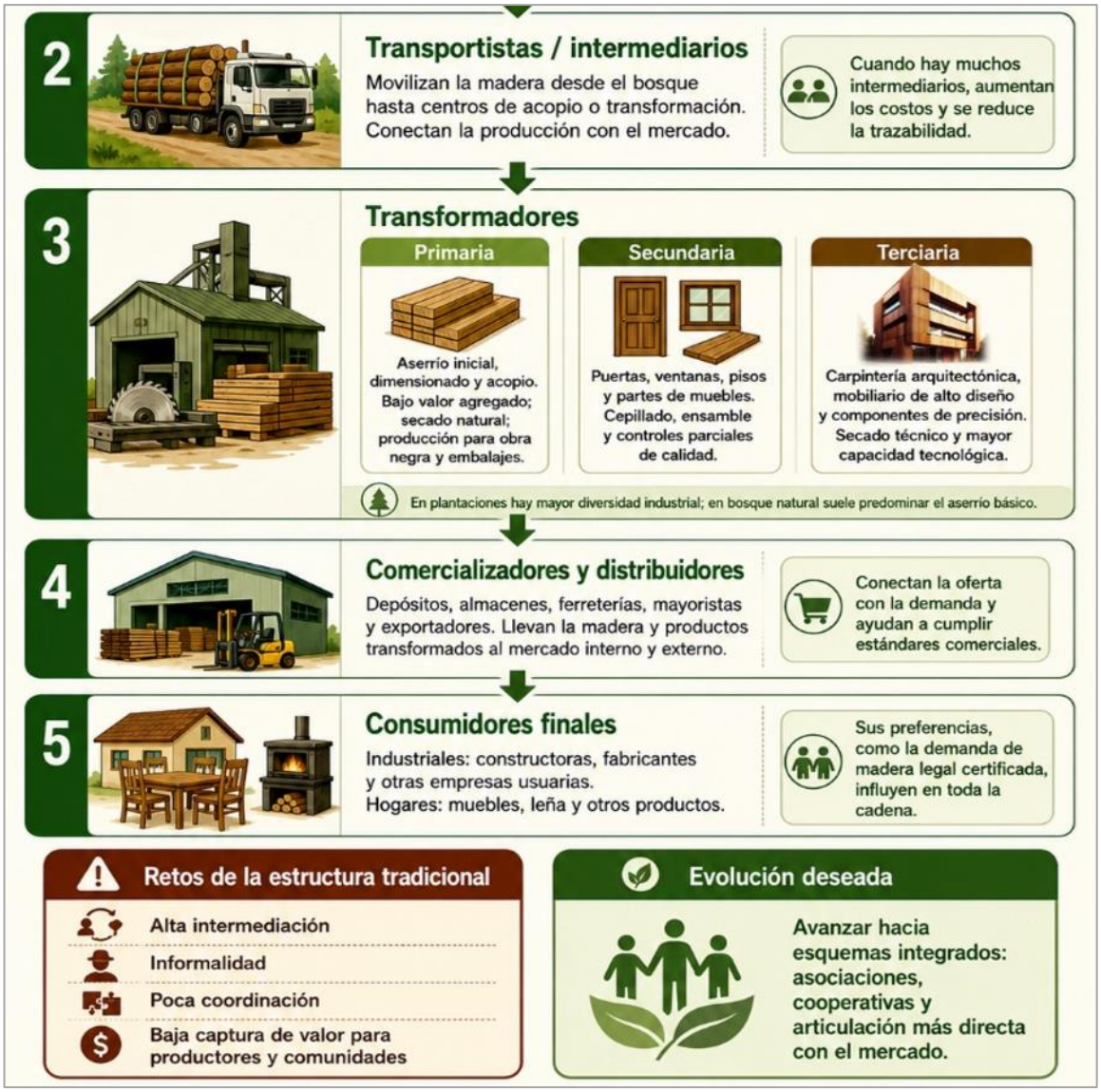
En una **cadena productiva forestal** clásica, los eslabones básicos son: **producción/extracción**, **transporte**, **transformación industrial**, **comercialización y consumidores finales.** De esta manera, la cadena productiva forestal tiende a ser **lineal**.

Sin embargo, cabe destacar que existen figuras organizativas promovidas por política pública para mejorar las cadenas productivas. La Ley 811 de 2003 en Colombia creó las **Organizaciones de Cadena** en el sector forestal, buscando precisamente articular a los diferentes eslabones (productores, industriales, comercializadores) bajo una gobernanza común (Congreso de Colombia, 2003; Castañeda, 2020). Esto muestra un reconocimiento de que optimizar la *cadena productiva* requiere coordinar actores tradicionalmente desconectados.

La siguiente figura presenta los principales eslabones y los retos de articulación.

Figura 1. Cadena Productiva Forestal.





Fuente: Geotem SAS adaptado de CATIE, 2018; Castañeda, 2020; BID, 2023.

3.3.2 Estructura de la Cadena de Valor Forestal

La **cadena de valor forestal** abarca esencialmente los mismos eslabones básicos de producción, transformación y comercialización descritos arriba, pero su estructura incorpora además los elementos de integración, soporte y entorno que permiten agregar valor y competitividad al producto forestal. Se puede visualizar la cadena de valor como una **red** donde además de los actores directos ya listados, participan actores indirectos o de apoyo, y donde las relaciones son más colaborativas (Castañeda, 2020).

En una representación simplificada de acuerdo con Castañeda, 2020, en el centro están los **actores directos**: *productores; transformadores; comercializadores; y consumidores*. Alrededor, se identifican los **actores indirectos de apoyo**: proveedores de insumos (equipos, herramientas, plantones), servicios financieros (crédito), asistencia técnica (extensionistas forestales, ONGs), investigadores (centros de investigación que mejoran técnicas silvícolas), entidades gubernamentales de apoyo y control, etc. Todo ello operando bajo un **entorno** político, social, económico, cultural y ambiental que influye en la cadena.

Algunos roles particulares en la cadena de valor forestal serían:

- **Gobierno y Autoridades Ambientales:** Establecen el marco normativo (ej. cuotas de aprovechamiento, permisos, vedas), sistemas de control (p. ej., el *Sistema Nacional de Trazabilidad de la Madera – SNT* y brindan incentivos económicos. Por ejemplo, el Estado colombiano ofrece el Certificado de Incentivo Forestal (CIF) que cofinancia costos de reforestación, exenciones tributarias para plantaciones, y ha implementado un **Impuesto al Carbono** que destina recursos a la conservación de bosques – todos estos son instrumentos que impactan la cadena de valor al internalizar beneficios ambientales y mejorar la rentabilidad de manejo sostenible. Estas instituciones también pueden facilitar programas como *Forestería Comunitaria* o acuerdos de madera legal, integrando a comunidades en mercados formales (CATIE, 2018).

- **Servicios de Apoyo Técnico y Organizativo:** Aquí intervienen ONG, proyectos internacionales, universidades y entidades como el CATIE, FAO, WWF, etc., que **capacitan** a productores en manejo forestal sostenible, asisten en organización comunitaria y empresarial, y transfieren tecnología. En el caso de la cadena de valor de carbón vegetal en Nicaragua, por ejemplo, el proyecto CATIE/Finnfor II brindó asistencia para legalizar el aprovechamiento, introducir hornos mejorados y crear fondos rotatorios, lo que **fortaleció el capital social y humano** de los productores locales (CATIE, 2018). Este apoyo permitió a familias en pobreza extrema integrarse a una cadena de valor formal del carbón, con alianzas comerciales nuevas, mayor productividad y reconocimiento del papel de la mujer en la cadena (CATIE, 2018).

- **Proveedores de Insumos y Maquinaria:** Son actores que proveen bienes necesarios en distintas fases: empresas que venden herramientas de corte, motosierras, maquinaria de aserrío portátil, insumos para tratamientos (como inmunizantes de madera), o plántulas y semillas mejoradas en el caso de reforestación (Castañeda, 2020). Una cadena de valor bien desarrollada suele incluir una oferta local de estos insumos, facilitando que los productores mejoren su eficiencia.

- **Instituciones financieras y fondos de inversión:** En una visión de cadena de valor, se promueve que bancos, cooperativas de crédito u otras fuentes ofrezcan **productos financieros adaptados** al sector forestal (p. ej., crédito a largo plazo considerando los ciclos del bosque, esquemas donde la madera en pie sirve de garantía, etc.). El

acceso a financiamiento es clave para que los actores puedan innovar y agregar valor (comprar equipos, certificar bosques, etc.) (Castañeda, 2020).

- **Aliados Comerciales y de Mercado:** En la cadena de valor se busca establecer **alianzas a lo largo de la cadena**, por ejemplo, contratos de suministro entre asociaciones de productores y grandes compradores, pactos sectoriales de compras públicas sostenibles, o alianzas exportadoras. Estas alianzas aseguran mercado estable y mejores precios, redundando en incentivos para mantener prácticas responsables en el bosque (Castañeda, 2020).

Figura 2. Cadena de valor de la transformación de madera.



Fuente: Geotem SAS adaptado de Castañeda, 2020 y FEDEMADERAS; 2025.

En esencia, la **estructura de la cadena de valor forestal** añade a la cadena productiva tradicional todos aquellos **eslabones de soporte e interacción** que permiten que el producto forestal llegue al consumidor con un valor agregado y con garantías de sostenibilidad. Los actores ya no operan aislados, sino que idealmente se coordinan mediante **mesas de cadena** o **clústeres** forestales.

De hecho, el (BID, 2023), propone impulsar un programa de **clústeres forestales** que involucre a productores, industria y comerciantes trabajando conjuntamente, reduciendo intermediarios y promoviendo que el comercio de madera se haga de manera **legal y**

sostenible. Esto refleja la importancia de la articulación: cuando todos los actores entienden su interdependencia, es más factible implementar estándares de sostenibilidad, trazabilidad y reparto equitativo de beneficios.

Es así como, para visualizar la diferencia, se podría decir que en la cadena productiva cada actor ve sólo su fragmento (su ganancia individual en su eslabón), mientras que en la cadena de valor todos los actores comparten una **visión conjunta** de largo plazo sobre el producto forestal, desde el bosque hasta el cliente final, y colaboran para aumentar el valor total de la cadena, repartiendo riesgos y beneficios (Porter, 1985, citado por Castañeda, 2020).

En el sector forestal colombiano, esta transición de enfoque es incipiente pero fundamental para lograr que actividades como el aprovechamiento de bosques naturales dejen de ser meramente extractivas y pasen a ser **negocios sostenibles e inclusivos** para las comunidades locales.

4 TENDENCIAS DEL MERCADO

4.1 Tendencias de mercado en la construcción con madera

4.1.1 A nivel Internacional

La construcción con madera se posiciona internacionalmente como una alternativa sostenible, industrializada y competitiva frente a materiales convencionales, aunque su adopción depende de condiciones técnicas, normativas, industriales y de abastecimiento sostenible. La siguiente figura resume las principales tendencias.

Figura 3. Tendencias internacionales de la construcción con madera.





Fuente: Geotem SAS, adaptado de Escobar, 2025; Yan et al., 2025; Ministerio de Relaciones Exteriores, 2024; FAO, 2024;

Asimismo, la siguiente tabla muestra un panorama positivo para la expansión de la construcción con madera, siempre que se fortalezcan la trazabilidad, los estándares de calidad estructural, la articulación entre actores técnicos, industriales e institucionales y el suministro bajo manejo forestal sostenible.

Tabla 1. Principales ejes que plantean un panorama positivo para la expansión de la construcción con madera.

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
Impacto ambiental del sector construcción	La construcción con madera se consolida como una alternativa relevante para reducir el impacto ambiental del sector edificador.	La edificación y los materiales de construcción aportan cerca del 39% de las emisiones globales de CO_2.
Adopción internacional	La madera ya tiene una participación significativa en mercados constructivos consolidados.	En Estados Unidos, Japón y Escocia, más del 60% de las nuevas viviendas se

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
		construyen parcial o totalmente en madera.
Crecimiento del mercado de mass timber	El mercado global de madera masiva industrializada presenta una tendencia de crecimiento sostenido.	Pasaría de USD 857 millones en 2021 a USD 1.542 millones en 2031, con una tasa cercana al 6,0% anual.
Posicionamiento frente a materiales tradicionales	Aunque sigue siendo un mercado de nicho frente al hormigón y el acero, el mass timber gana aceptación como solución estructural.	Su expansión se apoya en productos como CLT, glulam y LVL.
Tipologías con mayor participación	Las edificaciones de baja y mediana altura concentran la mayor participación del mercado.	Representaron el 66% de los ingresos globales del mass timber en 2021.
Edificios altos e híbridos	El segmento de edificios altos e híbridos muestra el crecimiento más dinámico dentro del mercado.	Proyecta una tasa cercana al 7,5% anual hacia 2031.
Producto líder	El CLT se posiciona como el principal producto dentro del mercado de madera masiva industrializada.	Alcanzó cerca del 40% de participación en 2021.
Segmento residencial	La vivienda representa un mercado clave para la madera laminada.	Concentra alrededor del 50% del volumen global de madera laminada usada en nuevas construcciones.
Liderazgo regional	Europa lidera el mercado global de mass timber y mantendría esa posición en el mediano plazo.	Superó el 50% de la facturación mundial en 2021, seguida por Norteamérica y Oceanía.
Vivienda prefabricada	Las viviendas prefabricadas de madera representan una oportunidad relevante para atender la demanda habitacional.	El mercado alcanzó cerca de USD 33.000 millones en 2022 y crecería alrededor del 5,5% anual hacia 2030, frente a un déficit habitacional global estimado en hasta 240 millones de unidades.
Bioeconomía y materia prima	Las proyecciones de bioeconomía refuerzan el potencial del sector forestal y de los productos de madera procesada.	El consumo mundial de productos de madera procesada podría crecer hasta un 60% hacia 2050; América del Sur presenta alta expectativa de crecimiento en disponibilidad de madera en rollo hacia 2030.
Innovación tecnológica	La madera ingenierizada amplía las posibilidades constructivas y mejora el desempeño operativo de las edificaciones.	Permite edificios de hasta 24 pisos, soluciones híbridas, prefabricación, menor desperdicio, mayor eficiencia energética y procesos constructivos más rápidos.
Barreras de escalamiento	La expansión de la construcción con madera depende de superar barreras económicas, normativas, industriales y culturales.	Persisten costos iniciales superiores al acero y hormigón, limitada capacidad industrial fuera de Europa y Norteamérica, restricciones normativas, percepciones sobre seguridad y durabilidad, y necesidad de abastecimiento sostenible.
NOTA: **Mass timber** se refiere a la **construcción con madera industrializada o madera masiva estructural**, es decir, sistemas constructivos elaborados con piezas de madera de gran formato, diseñadas para soportar cargas y reemplazar parcial o totalmente materiales tradicionales como el concreto o el acero. Incluye productos de ingeniería como:		

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
• **CLT** (*Cross-Laminated Timber* o madera contralaminada): paneles formados por capas de madera cruzadas y prensadas. • **Glulam** (*glued laminated timber* o madera laminada encolada): piezas estructurales usadas en vigas, columnas y pórticos. • **LVL** (*Laminated Veneer Lumber* o madera microlaminada): madera estructural fabricada a partir de chapas encoladas.		

Fuente: Geotem SAS, a partir de Escobar, 2025; Allied Market Research, citado por Yan et al., 2025; Yan et al., 2025; Ministerio de Relaciones Exteriores, 2024; FAO, 2024; Banco Mundial, citado en Escobar, 2025.

Para revisar con mayor detalle las cifras y los datos técnicos más relevantes sobre las tendencias internacionales de mercado en la construcción con madera, el **Anexo 1. Tablas por bloques temáticos de las tendencias internacionales – construcción en madera**, presenta la información organizada en diferentes ejes de análisis.

4.1.2 A nivel Latinoamérica

América Latina cuenta con recursos forestales y una demanda habitacional creciente; sin embargo, la consolidación de la construcción con madera dependerá del fortalecimiento de la normativa, la industrialización, la formación técnica y la legalidad de la cadena. La siguiente figura sintetiza la situación actual de la región, así como las principales barreras, oportunidades y condiciones habilitantes para ampliar el uso de la madera en el sector construcción.

Figura 4. Tendencias de construcción en madera en América Latina.





Fuente: GEOTEM SAS a partir de Araya et al. (2022), Yan et al. (2025), Escobar (2025), CEELA (2025) y WWF Colombia (2023).

4.1.3 En Colombia

Colombia tiene potencial forestal y avances normativos e institucionales, pero la construcción con madera sigue siendo marginal. Su expansión depende de resolver brechas culturales, técnicas, industriales y de legalidad. La siguiente figura enfatiza las condiciones para ampliar su uso en este sector.

Figura 5. Condiciones para ampliar la construcción con madera en Colombia.





Fuente: GEOTEM SAS

En general, el panorama colombiano muestra una tensión entre el rezago actual y las oportunidades de desarrollo futuro. Aunque la madera continúa teniendo una participación marginal en la construcción urbana formal, el país dispone de instrumentos normativos, iniciativas de legalidad, programas de cooperación, avances formativos y experiencias piloto que pueden servir como base para su escalamiento.

Sin embargo, este proceso exige superar barreras estructurales relacionadas con la informalidad, la deforestación, la baja oferta de madera estructural certificada, la limitada capacidad industrial y la percepción cultural negativa frente al material. Por ello, la expansión de la construcción con madera debe concebirse como una estrategia integral que combine sostenibilidad forestal, trazabilidad, innovación tecnológica, fortalecimiento empresarial, capacitación especializada y articulación entre actores públicos, privados y académicos.

La siguiente tabla resume los principales aspectos que son tendencia en la construcción con madera en el ámbito colombiano.

Tabla 2. Principales ejes que son tendencia de la construcción con madera en Colombia.

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
Uso histórico de la madera	En Colombia, la construcción con madera sigue siendo marginal y se ha concentrado en viviendas rurales dispersas y usos auxiliares.	Su uso principal ha sido en encofrados, apuntalamientos, puertas, pisos, techos y acabados, más que como sistema estructural.
Participación urbana	La madera tiene una presencia muy baja en edificaciones urbanas y comerciales formales.	Su participación en edificaciones formales urbanas es inferior al 1% en las principales ciudades.
Marco normativo	Existe una base normativa para el uso estructural de la madera, aunque su aplicación práctica ha sido limitada.	La NSR-10, Título G, incluye disposiciones para estructuras de madera.
Guías técnicas	La Guía Colombiana de Diseño en Madera representa un avance para	Fue elaborada en 2021 con apoyo del BID y complementa la NSR-10.

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
	orientar el uso técnico y estructural del material.	
Gobernanza forestal	El país cuenta con instrumentos para fortalecer la legalidad, trazabilidad y articulación del sector forestal.	La Fase 2.0 del Pacto Intersectorial por la Madera Legal fue firmada en 2021 y se proyecta hacia 2030.
Articulación público-privada	La gobernanza forestal involucra actores públicos, autoridades ambientales, sociedad civil y gremios.	Participan organizaciones como Camacol, CCCS, FEDEMADERAS y WWF Colombia.
Base forestal comercial	Colombia cuenta con una base de plantaciones forestales comerciales, pero aún limitada frente a la demanda potencial.	Se registran aproximadamente 528.000 hectáreas, principalmente de pino, eucalipto y teca.
Brecha regional	La base forestal comercial de Colombia es reducida frente a países con mayor desarrollo forestal.	Chile supera los 3 millones de hectáreas de plantaciones forestales comerciales.
Oferta y demanda	La oferta nacional de madera es insuficiente frente a la demanda proyectada.	Hacia 2030 se espera una demanda superior a la oferta disponible en madera aserrada, tableros y pulpa.
Importaciones	La insuficiencia de la oferta nacional mantiene la dependencia de importaciones de madera y tableros.	Se requiere fortalecer plantaciones comerciales e integración industrial.
Ilegalidad y deforestación	La ilegalidad sigue afectando la confianza, trazabilidad y legitimidad del uso de madera en construcción.	El tráfico ilegal de madera representa alrededor del 10% de la pérdida anual de bosques.
Pérdida de bosque	La deforestación continúa siendo un factor crítico para el sector forestal colombiano.	En 2020 se registró una pérdida aproximada de 171.000 hectáreas de bosque.
Rezago en adopción	Colombia presenta rezago frente a mercados más avanzados en construcción con madera.	Persisten barreras culturales, técnicas, normativas y de oferta certificada.
Percepción del material	La madera todavía se asocia con informalidad, baja durabilidad o menor seguridad estructural.	Esta percepción limita su aceptación en proyectos urbanos y comerciales.
Tecnologías constructivas	Los productos de ingeniería pueden ampliar el uso estructural de la madera en el país.	CLT, glulam y LVL ofrecen mayor uniformidad, capacidad estructural y aplicabilidad.
Proyectos demostrativos	Los pilotos han permitido validar soluciones híbridas y tecnologías de madera de ingeniería.	Todavía no han logrado transformar de manera significativa la participación de la madera en la construcción formal urbana.
Desempeño económico	El sector maderero muestra señales recientes de contracción productiva.	En 2023, la producción de productos de madera y corcho cayó 5,2%, y la fabricación de muebles, colchones y somieres disminuyó 4,3%.
Iniciativas habilitantes	Programas y estudios recientes ayudan a crear condiciones para el uso de madera legal en construcción.	Probosques y FONPLATA fortalecen capacidades, información y condiciones de mercado.
Construcción sostenible	La transición hacia vivienda sostenible abre oportunidades para materiales de base biológica como la madera.	Hacia 2030, la madera puede aportar a eficiencia energética, reducción de emisiones y construcción verde.

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
Condiciones para consolidación	La expansión de la construcción con madera requiere acciones coordinadas en varios frentes.	Se necesitan legalidad, trazabilidad, plantaciones comerciales, capacidad industrial, formación técnica, armonización normativa y articulación público-privada-académica.

Fuente: GEOTEM SAS a partir de NSR-10, Título G; Araya et al. (2022); WWF Colombia (2022); SAC (2023); UPRA (2023); DNP (2023); CCCS (2023); La República (2024); El Colombiano (2024); FONPLATA (2025); y DANE (2025).

Para revisar con mayor detalle las cifras y los datos técnicos más relevantes sobre las tendencias en el país frente al mercado en la construcción con madera, el **Anexo 2. Tablas por bloques temáticos de las tendencias en Colombia – construcción en madera**, presenta la información organizada en diferentes ejes de análisis.

4.2 Tendencias de mercado en mobiliario y carpintería

4.2.1 A nivel Internacional

El mercado global de mobiliario y carpintería de madera se encuentra en expansión moderada y sostenida, impulsado por la urbanización, el consumo residencial y comercial, la sostenibilidad, la digitalización, la modularidad, la personalización y la incorporación de tecnologías en los productos, como se detalla en la siguiente figura.

Figura 6. Principales dinámicas que explican la transformación y expansión del mercado mobiliario y de carpintería a nivel global.





Fuente: Geotem SAS.

De esta manera, las tendencias internacionales del mercado de mobiliario y carpintería evidencian una industria en transformación, donde la madera conserva un papel central tanto en muebles macizos como en productos reconstituidos y tableros de alto uso industrial. Aunque las estimaciones de crecimiento varían entre fuentes, todas coinciden en una expansión sostenida del mercado, apoyada en la urbanización, el aumento del ingreso disponible, la renovación de espacios, la modularidad, la digitalización y el comercio electrónico.

A esto se suma una presión creciente por incorporar criterios de sostenibilidad, trazabilidad, certificación y bajo impacto ambiental, lo que abre oportunidades para materiales de origen forestal responsable. Hacia el largo plazo, el crecimiento poblacional, la expansión urbana y la creación de nuevos hogares, especialmente en Asia y África, podrían aumentar la demanda de mobiliario y productos de carpintería, siempre que la industria logre articular innovación, eficiencia productiva y manejo forestal sostenible.

La siguiente tabla resume los principales aspectos de las tendencias internacionales del mercado de mobiliario y carpintería.

Tabla 3. Principales tendencias internacionales del mercado de mobiliario y carpintería.

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
Tamaño del mercado global	El mercado mundial de muebles mantiene una tendencia de crecimiento sostenido.	Pasó de un valor de USD 556,3 mil millones en 2023 a una proyección de USD 840,5 mil millones hacia 2034.

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
Proyecciones de crecimiento	Las diferentes fuentes coinciden en una expansión moderada y sostenida del mercado.	Las tasas de crecimiento anual se ubican entre 3,8% y 5,6%, según la fuente y el periodo de análisis.
Recuperación pospandemia	La industria mostró capacidad de recuperación después de la desaceleración de 2020.	La recuperación se explica por urbanización, mayor ingreso disponible, renovación de espacios, muebles modulares y comercio electrónico.
Liderazgo de la madera	La madera mantiene una posición dominante frente a materiales como metal, plástico y vidrio.	Su liderazgo se asocia con versatilidad, estética, desempeño estructural y relación costo-beneficio.
Diversificación de materiales	La industria del mueble no depende únicamente de madera maciza.	Combina madera sólida, MDF, contrachapados, tableros de partículas y chapas naturales para optimizar costos, recursos y acabados.
Crecimiento de tableros	Los tableros a base de madera se consolidan como productos forestales de alto crecimiento.	Han registrado tasas superiores al 2% anual en las últimas décadas, impulsadas por la demanda en mercados emergentes.
Liderazgo regional	Asia-Pacífico lidera el mercado mundial de muebles.	En 2024 concentró el 48,68% del mercado global, con un valor de USD 276,77 mil millones.
Comercio internacional	China se mantiene como el principal exportador mundial de muebles.	Estados Unidos y la Unión Europea concentran gran parte de la demanda, abastecida por China, Vietnam, Malasia y México.
América Latina	Brasil y México son los principales actores latinoamericanos en exportaciones de muebles.	La región cuenta con capacidades industriales relevantes, aunque concentradas en pocos países.
Estructura empresarial	El mercado combina grandes corporaciones y empresas locales de menor escala.	Participan multinacionales como Ikea, Ashley Furniture y Herman Miller, junto con pymes, fabricantes artesanales y productores especializados.
Sostenibilidad	La sostenibilidad se consolida como un factor clave de diferenciación en el mercado del mueble.	El mercado de muebles sostenibles superó los USD 53 mil millones en 2024 y podría superar los USD 133 mil millones en 2035.
Muebles multifuncionales	Los muebles multifuncionales representan una oportunidad creciente.	El mercado fue estimado en USD 178 mil millones en 2024 y podría superar los USD 355 mil millones en 2035.
Canales de compra	El comercio electrónico y las herramientas digitales están transformando la forma de compra.	Los catálogos digitales, la visualización en línea y las soluciones configurables fortalecen la personalización.
Muebles inteligentes	Los muebles inteligentes son uno de los segmentos más dinámicos de la industria.	Su mercado fue estimado en USD 838 millones en 2024 y podría alcanzar cerca de USD 2.731 millones en 2032.

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
Demanda futura	Hacia 2050 aumentará la demanda de equipamiento residencial y comercial.	El crecimiento poblacional, la expansión urbana y la creación de nuevos hogares impulsarán especialmente los mercados de Asia y África.
Condiciones para aprovechar oportunidades	El crecimiento del mercado dependerá de garantizar sostenibilidad, legalidad y trazabilidad.	Se requiere manejo forestal responsable, certificación y abastecimiento legal de madera y derivados forestales.

Fuente: a partir de Research and Markets (2022); GlobeNewswire (2022); Cancillería Argentina (2024); Allied Market Research (2024); Fortune Business Insights (2024, 2025); Global Growth Insights (2025); Market Research Future (2025); y Market Research Intellect (2025).

Para revisar con mayor detalle las cifras y los datos técnicos más relevantes sobre las tendencias internacionales frente al mercado de muebles y carpintería, el **Anexo 3. Tablas por bloques temáticos de las tendencias internacionales – mercado muebles y carpintería**, presenta la información organizada en diferentes ejes de análisis.

4.2.2 A nivel Latinoamérica

El mercado latinoamericano de muebles y carpintería presenta un crecimiento moderado y sostenido, impulsado por la urbanización, el aumento de la clase media, la digitalización y los cambios en los estilos de vida; sin embargo, enfrenta retos asociados a costos, informalidad, logística y cumplimiento de estándares ambientales y de calidad.

La siguiente figura detalla lo anterior.

Figura 7. Tendencias y retos de consolidación para el sector de muebles en Latinoamérica.





Fuente: Geotem SAS a partir de Gupta, 2025; MarkNtel Advisors, 2025; y LinkedIn, 2025.

En conjunto, el mercado latinoamericano presenta transformaciones relevantes en los patrones de consumo, los canales de venta y las exigencias de sostenibilidad. La urbanización, la expansión de la clase media, el aumento del ingreso disponible y la revalorización del hogar después de la pandemia han impulsado la demanda de muebles más funcionales, personalizados y adaptados a espacios urbanos compactos.

Al mismo tiempo, la digitalización y el comercio electrónico están ampliando el acceso a productos y modificando la relación entre consumidores, fabricantes y minoristas. Sin embargo, la consolidación del sector enfrenta retos estructurales, como la volatilidad de los precios de insumos, la fragmentación empresarial, la informalidad, las dificultades logísticas y las exigencias ambientales y de calidad. Estos desafíos también abren oportunidades para que las empresas locales se diferencien mediante innovación, trazabilidad, diseño, sostenibilidad y articulación con cadenas productivas más formales.

La siguiente tabla consolida los principales aspectos que son tendencia en Latinoamérica.

Tabla 4. Principales tendencias latinoamericanas del mercado de mobiliario y carpintería.

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
Tamaño del mercado regional	El mercado latinoamericano de muebles y productos de carpintería	Pasaría de aproximadamente USD 35 mil millones en 2023 a cerca de USD 44 mil

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
	presenta una tendencia de crecimiento moderado y sostenido.	millones hacia 2030, con una tasa anual cercana al 4%.
Concentración regional	Brasil y México concentran la mayor parte de la producción y el consumo regional.	Chile, Colombia y Argentina cuentan con industrias de escala intermedia, orientadas principalmente a sus mercados internos.
Factores de crecimiento	El crecimiento del mercado está impulsado por cambios demográficos, económicos y de consumo.	La urbanización, el aumento de la clase media, mayores ingresos disponibles y la búsqueda de decoración, personalización y eficiencia del espacio dinamizan la demanda.
Transformación digital	Los canales de compra están cambiando por la expansión del comercio electrónico y las herramientas digitales.	Catálogos digitales, realidad aumentada y visualización previa facilitan la comparación y decisión de compra, aunque la venta física sigue siendo relevante.
Soluciones para espacios compactos	Las ciudades densamente pobladas impulsan la demanda de muebles modulares, multifuncionales y de diseño inteligente.	Crece el interés por camas plegables, asientos modulares, estaciones de trabajo ajustables y soluciones que optimicen espacios reducidos.
Sostenibilidad	La sostenibilidad gana importancia como criterio de producción y consumo.	Aumenta el uso de madera certificada, tableros de partículas, MDF, metales reciclados y acabados de baja emisión.
Economía circular	La economía circular en muebles aún se encuentra en una etapa inicial en la región.	La recuperación, reutilización y reciclaje de muebles todavía tienen bajo desarrollo, pero representan una oportunidad de innovación.
Exigencias ambientales y de calidad	Las nuevas exigencias pueden aumentar costos para las pymes, pero también abrir oportunidades de diferenciación.	Normas sobre formaldehído, legalidad de la madera y gestión de residuos pueden mejorar la competitividad frente a productos importados estandarizados.
Cambios pospandemia	La pandemia revalorizó el hogar como espacio de trabajo, descanso y socialización.	Aumentó la demanda de escritorios, sillas ergonómicas y muebles asociados al bienestar, la productividad y la personalización.
Costos de insumos	La industria regional enfrenta alta exposición a la volatilidad de insumos.	Fluctuaciones en madera, tableros, espuma y herrajes metálicos afectan la planeación productiva y la competitividad.
Estructura empresarial	La fragmentación y la informalidad limitan la productividad y la inversión tecnológica.	La presencia de numerosos talleres y microempresas reduce economías de escala y capacidad de competir en mercados más exigentes.
Competencia importada	Los grandes retailers y las importaciones desde Asia presionan a los fabricantes locales.	La baja lealtad de marca y la competencia por precio reducen márgenes de ganancia.
Logística e integración regional	La logística continúa siendo una barrera crítica para el comercio regional y el e-commerce.	El volumen de los muebles, los costos de última milla, la infraestructura deficiente, el riesgo de daños y los trámites limitan la integración intrarregional.
Oportunidad estratégica	El mercado ofrece oportunidades para empresas que integren diseño, funcionalidad, sostenibilidad y canales digitales.	La diferenciación local puede ser competitiva si se superan restricciones de escala, informalidad, costos logísticos y competencia importada.

Fuente: a partir de Gupta (2025); MarkNtel Advisors (2025); LinkedIn (2025); y Ken Research (2025).

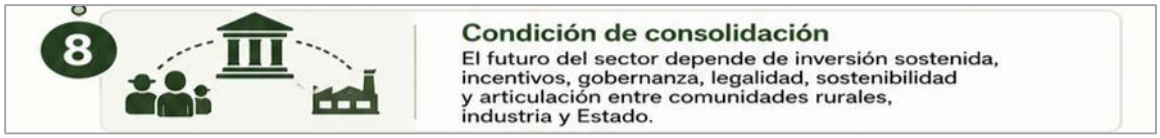
Para revisar con mayor detalle las cifras y los datos técnicos más relevantes sobre las tendencias en Latinoamérica frente al mercado de muebles y carpintería, el **Anexo 4. Tablas por bloques temáticos de las tendencias en Latinoamérica – mercado muebles y carpintería**, presenta la información organizada en diferentes ejes de análisis.

4.2.3 En Colombia

El sector colombiano de muebles, carpintería y acabados de madera cuenta con una base productiva amplia y diversa, pero enfrenta retos de productividad, formalización, trazabilidad, innovación y articulación con la oferta forestal nacional. La siguiente figura detalla los principales aspectos de la dinámica actual.

Figura 8. Dinámica actual y condiciones de fortalecimiento.





Fuente: Geotem SAS a partir de DANE (2025); Araya et al. (2022); WWF Colombia (2022, 2023); La República (2024); Gupta (2025); FAO (2050).

En ese sentido, el sector colombiano de fabricación de muebles, carpintería y acabados de madera muestra una base productiva amplia, heterogénea y distribuida en múltiples escalas empresariales. Aunque enfrenta un desempeño industrial variable y retos relacionados con informalidad, baja productividad, limitada innovación, formación especializada y competencia de productos importados, también presenta oportunidades relevantes asociadas al uso creciente de maderas de plantación, tableros reconstituidos, canales digitales, retail especializado y demanda por proyectos inmobiliarios.

La consolidación del sector dependerá de su capacidad para articularse con una oferta forestal legal, trazable y sostenible, fortalecer la transformación industrial, desarrollar diseño y valor agregado local, y avanzar hacia encadenamientos más sólidos entre producción forestal, manufactura y mercado.

La siguiente tabla presenta los principales aspectos que son tendencia en el mercado de muebles y carpintería en Colombia.

Tabla 5. Principales aspectos que son tendencia en el mercado de mobiliario y carpintería para Colombia.

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
Estructura sectorial	El sector de muebles y carpintería en Colombia forma parte de la industria manufacturera formal, pero presenta una estructura heterogénea.	Integra talleres artesanales, micro y pequeñas empresas, y un número reducido de firmas medianas y grandes.
Base empresarial	Existe una base empresarial amplia, aunque dominada por unidades de baja escala.	Se registran alrededor de 4.800 empresas formales dedicadas a la fabricación de muebles.
Escala productiva	El predominio de micro y pequeñas empresas limita la competitividad del sector.	La baja escala reduce la inversión tecnológica, la productividad y la capacidad de competir en mercados más exigentes.
Desempeño industrial	El sector muestra alta sensibilidad frente a los ciclos económicos.	El IPI de fabricación de muebles, colchones y somieres cayó 17,3% en 2020, creció 23,1% en 2021 y 6,1% en 2022, pero volvió a caer 8,8% en 2023.
Materias primas	La industria combina producción nacional e importaciones para abastecerse.	Aumenta el uso de pino, eucalipto, teca, MDF y aglomerados, mientras se reduce el uso de maderas de bosque natural.
Sustitución de maderas nativas	El uso de maderas de bosque natural tiende a disminuir.	La reducción se asocia con escasez relativa, controles ambientales, ilegalidad forestal y sustitución por materiales alternativos.
Gobernanza forestal	Colombia ha avanzado en instrumentos para fortalecer legalidad,	El Pacto Intersectorial por la Madera Legal en Colombia —PIMLC— tiene horizonte a

Eje de análisis	Conclusión principal	Dato clave / implicación
	trazabilidad y confianza en el mercado.	2030 y se complementa con el Sistema Nacional de Trazabilidad Forestal.
Canales de comercialización	Los canales de venta están cambiando por el crecimiento del retail y las plataformas digitales.	Homecenter, Alkosto, Falabella, marketplaces y plataformas propias amplían la oferta, aunque la venta digital aún es limitada.
Factores de compra	El precio sigue siendo decisivo, especialmente en segmentos de ingresos medios y bajos.	Crece también la valoración de calidad, durabilidad, materiales, desempeño en el tiempo y trazabilidad legal.
Retos estructurales	El sector enfrenta barreras de productividad, formalización, innovación y formación técnica.	Persisten fragmentación empresarial, informalidad, dependencia de diseños importados y necesidad de fortalecer capacidades especializadas.
Asociatividad	La cooperación productiva puede mejorar la competitividad de pequeñas empresas.	Permitiría compartir capacidades técnicas, reducir costos y acceder a procesos que requieren mayor inversión o tecnología.
Segmentos con potencial	El suministro de mobiliario para proyectos inmobiliarios y comerciales representa una oportunidad de crecimiento.	Requiere capacidad para responder a volumen, estandarización, calidad y cumplimiento de plazos.
Potencial forestal nacional	Colombia cuenta con condiciones naturales para desarrollar una agroindustria maderera sostenible.	Este potencial aún no se traduce plenamente en encadenamientos internos de alto valor agregado.
Ampliación de plantaciones	El fortalecimiento del abastecimiento nacional depende de ampliar la base forestal comercial.	Se plantea una meta aproximada de 300.000 hectáreas adicionales de cultivos forestales comerciales.
Proyección de largo plazo	El crecimiento de la demanda de madera procesada hacia 2050 puede favorecer la industria nacional.	Su aprovechamiento dependerá de legalidad, sostenibilidad, inversión, competitividad e integración industrial.
Articulación de la cadena	El fortalecimiento de la cadena forestal–madera–manufactura requiere una acción coordinada.	Se necesitan inversiones sostenidas, incentivos adecuados, gobernanza efectiva y articulación entre comunidades rurales, industria y Estado.

Fuente: Geotem SAS a partir de Araya et al. (2022); WWF Colombia (2022, 2023); La República (2024); DANE (2025); Gupta (2025); y FAO (2050).

Para revisar con mayor detalle las cifras y los datos técnicos más relevantes sobre las tendencias en Colombia frente al mercado de muebles y carpintería, el **Anexo 5. Tablas por bloques temáticos de las tendencias en Colombia – mercado muebles y carpintería**, presenta la información organizada en diferentes ejes de análisis.

5 ANÁLISIS DOFA DEL SECTOR FORESTAL PARA LA RUTA DE VINCULACIÓN Y ARTICULACIÓN COMERCIAL

Las fortalezas identificadas reflejan la existencia de bases institucionales, capacidades técnicas, demanda regional, infraestructura de transformación e interés empresarial en avanzar hacia esquemas de abastecimiento legal, trazable y sostenible. Estos elementos

favorecen la articulación entre la oferta forestal de la Amazonía y la Orinoquía y la demanda industrial de Cundinamarca, como se sintetiza en la siguiente figura.

Figura 9. Fortalezas para conectar la oferta forestal de la Amazonia y Orinoquia con la demanda de Cundinamarca



Fuente: Geotem SAS a partir de BID (2023), Castañeda (2020), Araya et al., (2022) y FEDEMADERAS (2025).

Por su parte, las debilidades evidencian factores internos que pueden limitar la consolidación de un encadenamiento forestal eficiente y confiable. Estas se relacionan

principalmente con brechas de formalización, trazabilidad, estandarización técnica, capacidad instalada, conocimiento de especies, certificación, financiamiento y coordinación comercial entre los actores de la cadena, como se presenta en la siguiente figura.

Figura 10. Debilidades que limitan la articulación entre la oferta forestal de la Amazonia y Orinoquia con la demanda de Cundinamarca.





Fuente: Geotem SAS a partir de BID (2023), Castañeda (2020), Araya et al., (2022) y FEDEMADERAS (2025).

En cuanto a las oportunidades identificadas estas muestran condiciones favorables para fortalecer la conexión entre los proveedores forestales de la Amazonía y la Orinoquía y los transformadores de Cundinamarca. Entre ellas se destacan la demanda potencial de madera legal, la diversificación de especies, los nichos de alto valor, el suministro programado, las compras directas y la valorización de atributos ambientales y sociales, como se resume en la siguiente figura.

Figura 11. Oportunidades que pueden impulsar un corredor comercial forestal legal y sostenible.





Fuente: Geotem SAS a partir de FEDEMADERAS (2025), Polanco Tapia (2025), MinAmbiente (2022c, 2023) y Policía Nacional (2021).

Finalmente, las amenazas corresponden a factores externos que pueden afectar la viabilidad del encadenamiento forestal entre la Amazonía, la Orinoquía y Cundinamarca. Estas incluyen altos costos logísticos, competencia de materiales sustitutos, persistencia de madera sin trazabilidad plena, fragmentación de la demanda, variabilidad de precios, estigmatización de la madera de bosque natural y mayores exigencias regulatorias asociadas a la cero deforestación, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 12. Amenazas que limitan la articulación entre la oferta forestal de la Amazonia y Orinoquia con la demanda de Cundinamarca.



Fuente: Geotem SAS a partir de Polanco Tapia (2025), FEDEMADERAS (2025), MinAmbiente & ONF Andina (2015), Castañeda (2020), BID (2023), MinAmbiente (2023).

6 CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA POR CADENA PRIORIZADA

6.1 Panorama general demanda del sector construcción en Colombia

El sector de la construcción constituye un componente relevante de la economía colombiana. En los últimos años, su participación en el PIB se ha mantenido entre el 4% y el 5%, con variaciones asociadas a ciclos de desaceleración y a los efectos posteriores de la pandemia. Además, genera cerca de 1,6 millones de empleos directos y mantiene encadenamientos con 36 ramas industriales, entre ellas cemento, acero, madera y acabados (BBVA, 2023). Dentro del sector se destacan la edificación de vivienda y las obras civiles asociadas a infraestructura vial, portuaria y de servicios (La República, 2024).

En este contexto, la madera ha tenido una trayectoria discontinua dentro de la construcción colombiana. Aunque fue un material relevante desde la época colonial hasta mediados del siglo XX, posteriormente fue desplazada por sistemas basados en concreto reforzado y mampostería. Algunas iniciativas, como el proyecto PADT-REFORT en 1975 y el Manual de Diseño en Madera del Grupo Andino de 1984, reactivaron temporalmente su uso, especialmente durante la década de 1980; sin embargo, este impulso no logró consolidarse (Araya et al., 2022).

Actualmente, el aprovechamiento de la madera en construcción enfrenta desafíos asociados a la legalidad, la trazabilidad y la sostenibilidad del abastecimiento. De acuerdo con Araya et al. (2022), aproximadamente el 42% de la madera proviene de bosques naturales sin control y entre el 71% y el 80% de la madera movilizada sería ilegal. Aunque desde 2016 se han formulado medidas de control, persisten limitaciones para fortalecer la producción sostenible y el consumo nacional de madera continúa siendo bajo, con apenas 0,18 m³ por persona al año. En la siguiente tabla se presentan las principales cifras que permiten sintetizar este panorama.

Tabla 6. Principales cifras del panorama general del sector construcción.

Tema	Cifra	Año / periodo	Interpretación	Fuente
Participación de la construcción en el PIB nacional	4,3%	2023	El sector construcción representó aproximadamente el 4,3% del PIB colombiano.	La República, 2024; BBVA, 2023
Pico histórico de participación en el PIB	Cerca del 7%	2016	La construcción alcanzó niveles cercanos al 7% del PIB antes de la desaceleración reciente.	BBVA, 2023
Aporte de la edificación de vivienda al PIB	Cerca del 1,9%	2023	La vivienda es uno de los componentes principales dentro del sector construcción.	La República, 2024
Crecimiento de obras civiles	13,1%	III trimestre de 2025	Las obras civiles compensaron parcialmente la caída de edificaciones.	DANE, 2025
Variación de edificaciones	-8,3%	III trimestre de 2025	Refleja la persistencia de dificultades en la actividad edificadora.	DANE, 2025

Tema	Cifra	Año / periodo	Interpretación	Fuente
Consumo intermedio de productos del bosque por construcción, en volumen	17,3%	2022	La construcción fue el segundo sector con mayor uso de productos del bosque en cantidad.	DANE, 2024
Participación de construcción en valor económico	44,2%	2022	La construcción tuvo una participación alta en valor, pese a menor volumen relativo.	DANE, 2024
Variación del consumo de construcción en volumen	-2,2%	2021–2022	La construcción redujo ligeramente el volumen consumido de productos del bosque.	DANE, 2024
Variación del consumo de construcción en valor	8,6%	2021–2022	Aunque bajó el volumen, aumentó el valor, lo que sugiere encarecimiento o mayor uso de productos de valor agregado.	DANE, 2024

Fuente: Geotem SAS, adaptado de las fuentes citadas.

Por otra parte, aunque Colombia no cuenta con una política nacional explícita que establezca como mandato promover el uso de madera en Vivienda de Interés Social —VIS—, sí existe una base jurídica que permite avanzar en esa dirección. La Ley 400 de 1997 incorpora el diseño y la construcción sismo resistente como marco técnico habilitante; el Decreto 1077 de 2015 permite orientar la vivienda hacia criterios de construcción sostenible, materiales de bajo impacto y métodos alternativos; y la Ley 2294 de 2023 incorpora la construcción sostenible dentro del concepto de VIS y abre espacio para materiales y sistemas alternativos tradicionales en vivienda diferencial y cultural. No obstante, el desarrollo de edificaciones en madera aún enfrenta restricciones técnicas y normativas, pues la regulación vigente permite edificaciones de hasta dos pisos, lo cual limita su escalamiento hacia soluciones de mayor altura (Araya et al., 2022).

En este marco habilitante, algunas iniciativas territoriales y gremiales evidencian que la madera puede ser una alternativa viable para programas de vivienda social. Fedemaderas documenta el caso desarrollado por la Reforestadora Integral de Antioquia —RIA— y acogido por la Empresa de Vivienda de Antioquia —Viva—, basado en viviendas modulares de madera reforestada, adaptables a diferentes pisos térmicos, con un área aproximada de 47 m² y cerca del 80% de sus procesos realizados en planta (Fedemaderas, 2022).

En consecuencia, el uso de madera legal, trazable y técnicamente certificada en vivienda social puede sustentarse como una oportunidad normativa habilitada, aunque todavía no promovida de forma específica a nivel nacional. La experiencia de Antioquia muestra que, además de la habilitación normativa, se requieren condiciones operativas, institucionales, culturales y regulatorias para escalar este tipo de soluciones, entre ellas oferta suficiente de madera reforestada, diseños modulares validados, procesos industrializados, aceptación comunitaria, articulación con entidades de vivienda, costos compatibles con programas VIS y VIP —Vivienda de Interés Prioritario—, y ajustes normativos que permitan ampliar el uso de la madera en edificaciones de mayor escala.

6.2 Panorama general demanda industria del mobiliario, carpintería y acabados en Colombia

La fabricación de muebles en Colombia evidencia una reducción significativa en su capacidad de generación de empleo. En 2012, este subsector empleaba aproximadamente 24.400 personas y representaba el 3,6% del empleo manufacturero nacional (Ospina-Pantoja, 2018); sin embargo, para 2023 el número de ocupados se redujo a cerca de 14.480 personas, equivalente al 2,0% del empleo industrial (DANE, 2023). En las estadísticas del DANE, estas actividades se agrupan principalmente en la CIIU 16, correspondiente a la transformación de la madera y fabricación de productos de madera, excepto muebles, y en la CIIU 31, correspondiente a la fabricación de muebles, donde se integran las actividades asociadas al mobiliario de madera y a parte de la transformación secundaria del sector (DANE, 2025).

Tabla 7. Principales cifras del panorama general del sector manufacturas.

Tema	Cifra	Año / periodo	Interpretación	Fuente
Consumo intermedio de productos del bosque por industrias manufactureras, en volumen	80,9%	2022	Las industrias manufactureras concentraron la mayor parte del volumen de productos del bosque consumidos como insumo intermedio.	DANE, 2024
Participación de las industrias manufactureras en el valor económico del consumo intermedio	54,3%	2022	Las manufacturas también representaron la mayor participación en el valor económico asociado al consumo de productos del bosque.	DANE, 2024
Variación del consumo de productos del bosque por manufacturas, en cantidad	9,9%	2021–2022	El volumen de productos del bosque consumido por las industrias manufactureras aumentó frente al año anterior.	DANE, 2024
Variación del consumo de productos del bosque por manufacturas, en valor	25,4%	2021–2022	El valor económico del consumo creció en mayor proporción que la cantidad, lo que sugiere un aumento en precios, costos o composición del consumo.	DANE, 2024
Participación de la industria de muebles de madera y carpintería en el PIB colombiano	Entre 0,6% y 0,7%	Último lustro	Refleja una participación reducida dentro de la economía nacional, aunque con relevancia regional y vínculos con otras actividades productivas.	Colombia Compra Eficiente, 2022

Tema	Cifra	Año / periodo	Interpretación	Fuente
Exportaciones del sector forestal-madera-muebles	Aproximadamente USD 676 millones	2023	Corresponde al valor exportado por el conjunto del sector forestal, madera y muebles.	FEDEMADERAS, 2024
Importaciones del sector forestal-madera-muebles	Cerca de USD 1.300 millones	2023	El valor importado superó ampliamente el valor exportado, evidenciando dependencia de productos externos.	FEDEMADERAS, 2024
Déficit de la balanza comercial del sector forestal-madera-muebles	Cerca de USD 731 millones	2023	Confirma que Colombia mantiene una balanza comercial deficitaria en productos forestales, madera y muebles.	FEDEMADERAS, 2024
Variación del subsector de pulpa, papel y cartón	-3,2%	2023	Este subsector asociado a la cadena forestal registró una contracción durante el periodo analizado.	FEDEMADERAS, 2024
Variación de la fabricación de muebles	-8,3%	2023	Evidencia una caída en la fabricación de muebles, lo que refuerza el panorama de desaceleración del sector.	FEDEMADERAS, 2024

Fuente: Geotem SAS, adaptado de las fuentes citadas.

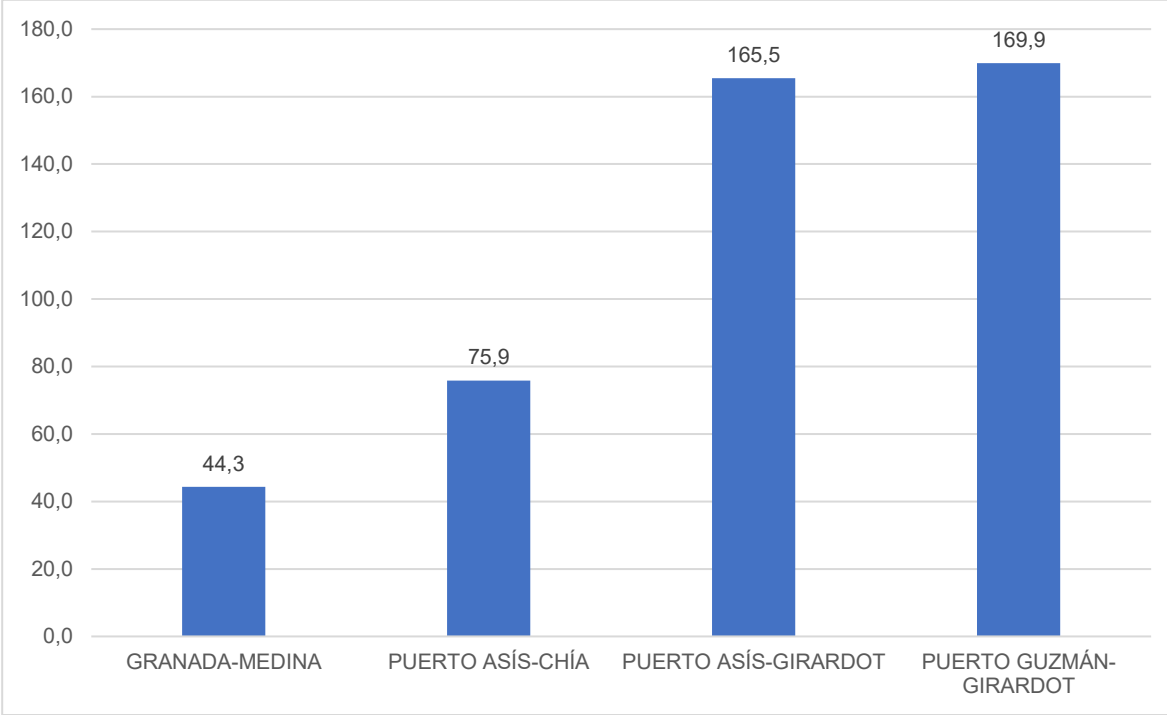
6.3 Panorama demanda del sector forestal productivo en Cundinamarca en su relación con el territorio Amazonía y Orinoquia

El departamento de Cundinamarca, especialmente su región de la Sabana de Bogotá, se consolida como el principal centro de transformación y comercialización de productos forestales en Colombia. Esta concentración se debe a la confluencia de varios factores: la disponibilidad de mano de obra, la infraestructura logística, y la cercanía al mercado de consumo más grande del país (Bogotá D.C. y el propio departamento).

6.3.1 Estructura y Actores de la Industria

De acuerdo con la base de datos de movilizaciones forestales del Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), el volumen movilizado de madera procedente de las regiones amazonia y Orinoquia en m^3 para el periodo comprendido entre 2020 y 2024 fue de 455,6, distribuidos en las siguientes rutas.

Gráfica 1. Volumen en m3 de madera movilizada desde la Orinoquia y amazonia al departamento de Cundinamarca (sin contar Bogotá, D.C.).



Fuente: IDEAM, 2025, periodo 2020 y 2024.

Dentro de los 455,6 m^3 las especies movilizadas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 8. Especies movilizadas de acuerdo con el SNIF.

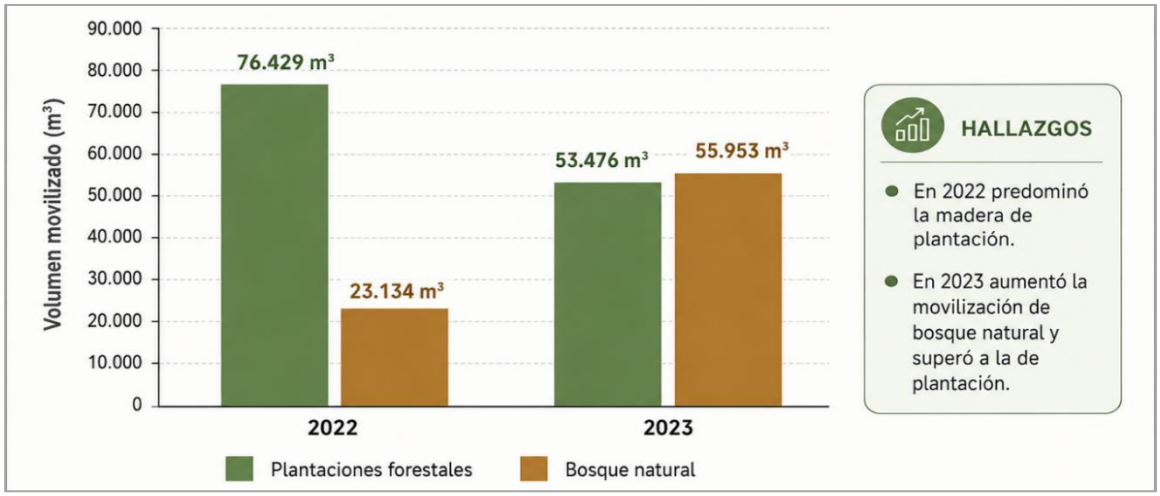
Nombre Científico	Nombre Común	Volumen movilizado en m^3
Parkia nitida Miq.	Guarango	85,7
Eschweilera coriacea (DC.) S.A.Mori	Fono	75,9
Parkia discolor Spruce ex Benth.	Guarango	52,9
Calophyllum spruceanum (Benth.) K.Schum.	Capirón	41,4
Croton matourensis Aubl.	Tabaquillo	41,4
Osteophloeum platyspermum Warb.	Caracolí	30,1
Vochysia lomatophylla Standl.	Gomo	27,6
Guarea cinnamomea Harms	Cedrillo	18,4
Psidium guajava L.	Psidium Guajava	17,2
Erisma uncinatum Warm.	Arenillo	13,1
Virola sebifera Aubl.	Sangretoro	12,4
Ficus sp.	Ficus	12,3
Inga alba Willd.	Guamo	7,0
Cedrela odorata L.	Cedro Amargo	6,0
Couma sp.	Lechero Rosado	3,2
Erisma splendens Stafleu	Gomo	2,7

Nombre Científico	Nombre Común	Volumen movilizado en m³
Cavanillesia platanifolia Kunth	Bongo	2,5
Virola pavonis (A.DC.) A.C.Sm.	Sangretoro	2,2
Cariniana pyriformis Miers	Abarco	2,1
Platymiscium sp.	Paton	1,0
Pouteria guianensis Aubl.	Caimo	0,4
Total		**455,6**

Fuente: IDEAM, 2025, periodo 2020 y 2024.

Por su parte, FEDEMADERAS (2025) presenta información sobre la movilización de madera en Cundinamarca para dos periodos anuales específicos, 2022 y 2023. La siguiente figura sintetiza la comparación entre la madera proveniente de plantaciones forestales y la madera de bosque natural movilizada en el departamento.

Figura 13. Movilizaciones comparativas 2022 y 2023 (Cundinamarca).



Fuente: Geotem SAS, con base en lo reportado en el Boletín Estadístico Forestal 2024, citado por FEDEMADERAS, 2025.

En este contexto, para 2023, Cundinamarca representó el 3,64% del volumen total de madera movilizada en Colombia, considerando tanto madera proveniente de plantaciones forestales como de bosques naturales. Esta participación evidencia que el departamento tiene un peso moderado dentro de la movilización nacional, pero suficiente para ser considerado un territorio relevante en la articulación entre oferta, transformación y consumo de madera legal y trazable.

6.3.2 Relación comercial histórica Cundinamarca y la madera de la Amazonia y Orinoquia

La relación comercial entre los transformadores de la Sabana de Bogotá y las regiones proveedoras de bosque natural (Amazonia y Orinoquia) ha sido tradicionalmente **indirecta,**

fragmentada e informal. Históricamente, la madera amazónica de alta densidad y las especies estructurales de la Orinoquia han ingresado a Cundinamarca a través de una compleja red de intermediarios y depósitos mayoristas en el centro del país. Esta cadena diluida dificulta la trazabilidad y la transferencia de valor, contraviniendo los objetivos de sostenibilidad del gobierno departamental.

Las iniciativas previas para enlazar directamente a las comunidades forestales con la industria formal de Cundinamarca han enfrentado obstáculos que se pueden clasificar en tres categorías principales (Polanco Tapia, 2025; Gutiérrez, 2023): i) logística y costos; calidad y técnica; y iii) ambientales y de mercado.

6.3.3 Análisis del uso de la madera en 242 empresas encuestadas de Cundinamarca por FEDEMADERAS

De acuerdo con el diagnóstico elaborado por FEDEMADERAS (2025), la estructura productiva del departamento evidencia una fuerte orientación hacia la fabricación de muebles, seguida por los procesos de construcción, mientras que los segmentos de interiores y objetos decorativos presentan una participación considerablemente menor. Esta distribución permite comprender cómo se organiza la demanda de madera en Cundinamarca y cuáles son los nichos predominantes dentro de la transformación secundaria del recurso. La siguiente tabla resume los principales hallazgos al respecto.

Tabla 9. Distribución del uso de madera por segmento productivo en Cundinamarca.

Segmento, #empresas y participación	Diversidad de especies	Especies utilizadas	Características del uso de la madera	Rol dentro de la cadena	Oportunidades y desafíos
Muebles 161 empresas; 67% del total	Alrededor de 22 especies	Cedro, nogal, flormorado, marfil, caracolí, samán, urapán, achapo, pino pátula, pino canadiense y teca, entre otras	Es el segmento con mayor uso de madera sólida. Requiere especies con buen color, veta, textura, trabajabilidad y propiedades adecuadas para diseño, mobiliario funcional, muebles finos, carpintería de hogar y oficina. Combina maderas duras tropicales con especies de plantación o importadas, como pino canadiense, pino pátula y teca, para optimizar costos y propiedades mecánicas.	Constituye el principal motor de la transformación maderera en Cundinamarca y concentra el mayor potencial de valor agregado.	Presenta alto nivel de sofisticación técnica, flexibilidad productiva y capacidad de atender múltiples nichos de mercado. Su consolidación se apoya en la tradición artesanal y en la demanda constante desde Cundinamarca y Bogotá.
Construcción y	19 especies	Abarco, acacia, amarillo,	La madera se utiliza en aplicaciones estructurales y	Funciona como mercado estabilizador,	Tiene potencial de crecimiento si se fortalecen

Segmento, #empresas y participación	Diversidad de especies	Especies utilizadas	Características del uso de la madera	Rol dentro de la cadena	Oportunidades y desafíos
aplicaciones estructurales 76 empresas; 31% del total		balso, ceiba, eucalipto, guásimo, igua, mopo, teca, chicalá y otobo, entre otras	semiestructurales. Las especies robustas, como abarco, teca y amarillo, se destinan a usos permanentes o de alta exigencia; mientras que especies más ligeras o de rápido crecimiento, como balso, chicalá u otobo, se emplean en formaletas, andamios y estructuras temporales.	capaz de absorber maderas de diferentes calidades, orígenes y precios, priorizando la funcionalidad sobre criterios estéticos.	capacidades técnicas para el uso de madera en sistemas constructivos estructurales, en línea con tendencias globales de construcción sostenible.
Objetos decorativos y utilitarios 25 empresas; 10% del total	7 especies	Aceite María, café, chingalé, diomate, naranjo, samán y sapán	Producción de pequeña escala, vinculada con artesanía, diseño independiente, mercados locales y turísticos. Las especies se seleccionan por belleza, facilidad de tallado, textura y atributos estéticos para piezas ornamentales, utilitarias o artísticas.	Aporta valor simbólico, cultural y artesanal al uso de la madera. También puede aprovechar retales o piezas pequeñas que no son aptas para mobiliario.	Aunque no es un segmento dominante, tiene un rol estratégico en innovación de diseño, diversificación del aprovechamiento, preservación de oficios tradicionales y uso eficiente de subproductos o piezas menores.
Interiores 4 empresas; 2% del total	1 especie	Frijolillo	Segmento altamente focalizado y poco desarrollado. Puede estar orientado a productos de bajo volumen como revestimientos, molduras o enchapes. La concentración en frijolillo puede relacionarse con preferencias de mercado por su color, comportamiento estético, disponibilidad local o especialización técnica de las empresas.	Representa un nicho especializado dentro de la transformación secundaria, con baja presencia en la muestra.	Su baja participación puede explicarse por la competencia con materiales industrializados como MDF, laminados y PVC. No obstante, representa una oportunidad de expansión mediante nuevas especies, diseño arquitectónico, productos certificados y sostenibles.

Fuente: Geotem SAS, adaptado de FEDEMADERAS, 2025.

6.3.3.1 Análisis frente al sitio donde se adquiere la madera

De acuerdo con el **Diagnóstico del mercado e industrialización–comercialización de la madera en Cundinamarca**, elaborado por FEDEMADERAS (2025), la distribución de las empresas analizadas permite identificar los lugares habituales de compra de madera. Los principales aspectos se sintetizan en la siguiente figura.

Figura 14. Lugares habituales de compra de madera en Cundinamarca.



Fuente: Geotem SAS a partir de FEDEMADERAS (2025).

6.3.4 Análisis desde las 42 empresas encuestadas de Cundinamarca por Geotem SAS

Si bien el Subproducto 1.1 presenta de manera detallada los resultados de la encuesta —incluidos en el Anexo 4. Respuestas encuesta capacidades—, la siguiente figura sintetiza los principales hallazgos relacionados con el tipo de establecimiento y la vocación industrial de las empresas encuestadas.

Figura 15. Tipo de establecimiento y vocación industrial (42 empresas).

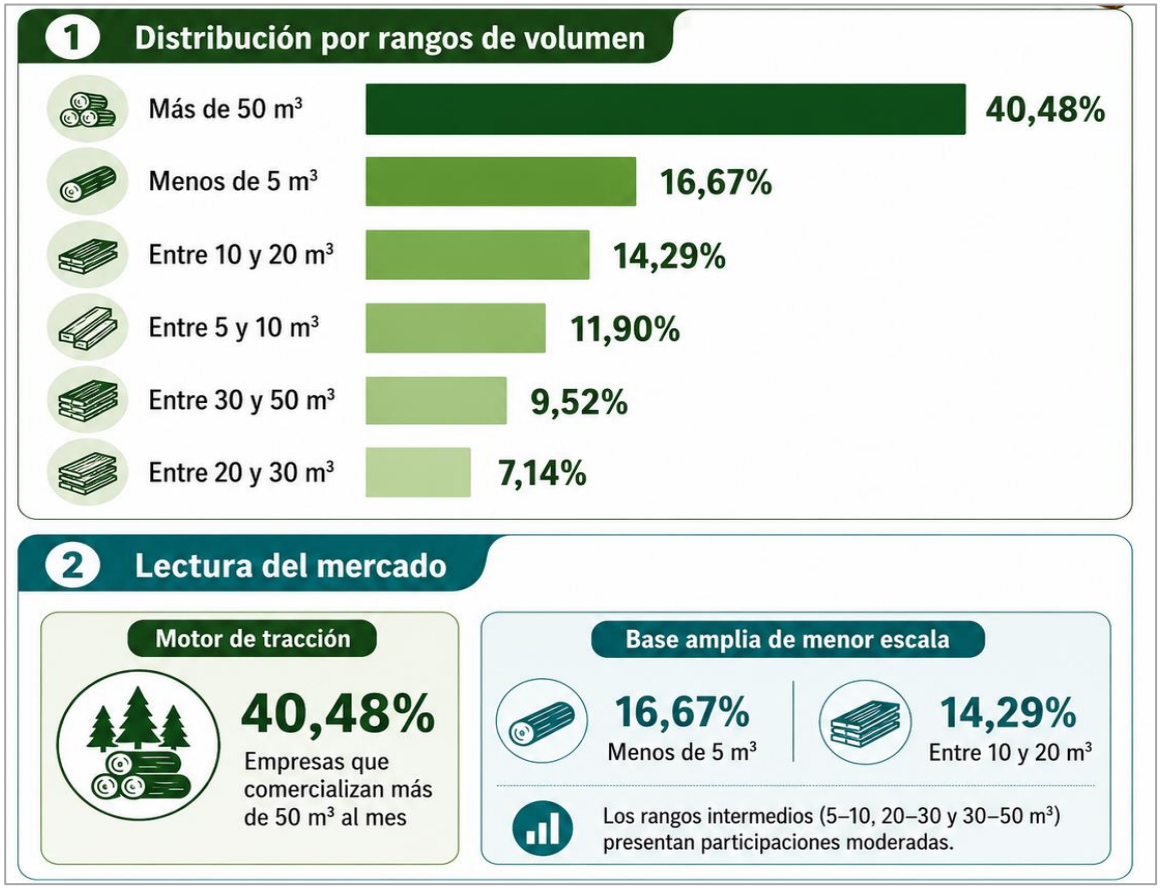


Fuente: Geotem SAS, a partir de la encuesta realizada a 42 empresas.

Sin embargo, esta configuración adquiere especial relevancia frente a los objetivos de articulación con maderas provenientes de la Amazonía y la Orinoquía, ya que la alta participación en elementos estructurales abre oportunidades directas para incorporar especies nativas con destacadas propiedades físico-mecánicas, mientras que el peso de la comercialización con valor agregado evidencia la existencia de una plataforma de intermediación consolidada que podría facilitar su distribución estratégica. Incluso los nichos de mayor valor agregado, aunque menos representativos, constituyen ventanas de mercado potenciales para posicionar la estética y singularidad diferencial de las especies amazónicas frente a maderas exóticas tradicionales.

Por otra parte, en relación con la distribución de las 42 empresas encuestadas según el volumen mensual de madera manejado, la siguiente figura sintetiza los principales hallazgos identificados.

Figura 16. Volumen de madera manejado mensualmente (42 empresas encuestadas).



Fuente: Geotem SAS, a partir de la encuesta realizada a 42 empresas.

De esta manera, se tiene un 50% clasificado en escala mediana con alto volumen que puede sostener contratos de suministro de mediano y largo plazo que aseguren estabilidad y eficiencia logística; simultáneamente, el otro 50% en pequeña y microescala demanda mecanismos de agregación —como consolidación de cargas o centros de acopio— que permitan optimizar fletes y completar volúmenes competitivos. En consecuencia, el modelo de articulación no debe depender exclusivamente de grandes compradores, sino integrar de manera estratégica a todo el tejido empresarial regional mediante esquemas flexibles y escalables.

Asimismo, en relación con el uso de especies nativas y la apertura de las empresas encuestadas hacia su incorporación en los procesos productivos, la siguiente figura sintetiza los principales hallazgos.

Figura 17. Perfil de uso de especies maderables (42 empresas encuestadas).



Fuente: Geotem SAS, a partir de la encuesta realizada a 42 empresas.

En este contexto, la articulación con maderas de la Amazonía y la Orinoquía debe diseñarse de manera diferenciada: apalancándose en el segmento altamente especializado como

aliado natural de adopción inmediata, y desarrollando estrategias de incentivos, acompañamiento técnico y fortalecimiento de garantías legales para el segmento menos especializado, promoviendo una sustitución progresiva hacia oferta legal, trazable y sostenible.

6.4 Empresas demandantes clasificadas como aliados estratégicos inmediatos y aliados potenciales

De acuerdo con la **Matriz de criterios técnicos, legales y de sostenibilidad para la selección de transformadores aliados** —Subproducto 1.1., Anexo 5—, se identificó un grupo de 12 empresas clasificadas como **Aliado Estratégico Inmediato** y 15 empresas clasificadas como **Aliado Potencial**, luego de la aplicación y evaluación de los criterios establecidos, tal como se presenta a continuación.

Tabla 10. Empresas encuestadas con prioridad de aliado estratégico inmediato.

Empresa	Municipio	Tipo establecimiento	Puntaje final	Clasificación	Decisión
LA INMUNIZADORA S SAS	San Francisco	Comercial, Depósito de madera más allá de aserrado, Transformación de madera	**79**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
MADERAS Y GESTIONES FORESTALES SAS	Gachancipá	Transformación de madera	**76**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
INMUNIZADORA DE MADERAS ALIANZA SAS	Madrid	Comercial, Depósito de madera hasta aserrado verde, Depósito de madera más allá de aserrado, Transformación de madera, Empresa de construcción / prefabricados, Comercializadora con proceso complementario	**74**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
INMUNIZADORA LA SABANA SAS	San Francisco	Transformación de madera, Re-aserrado	**74**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
DEKOART DE COLOMBIA SAS	Cota	Depósito de madera hasta aserrado verde, Depósito de madera más allá de aserrado, Transformación de madera	**74**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
INMUNIZADORA SERRANO GÓMEZ	Bogotá	Comercial, Depósito de madera más allá de aserrado, Transformación de madera, Empresa de construcción / prefabricados	**74**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria

Empresa	Municipio	Tipo establecimiento	Puntaje final	Clasificación	Decisión
PRIMADERA SAS	Gachancipá	Transformación de madera	**73**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
MADERAS LA 170 SAS	Cota	Comercial, Depósito de madera más allá de aserrado, Empresa de construcción / prefabricados, Comercializadora con proceso complementario	**73**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
MADERAS BELLA FLOR DE LA SABANA	Madrid	Depósito de madera más allá de aserrado, Empresa de construcción / prefabricados	**72**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
PLÁSTICOS Y MADERAS RECICLABLES SAS	Soacha	Comercial, Depósito de madera más allá de aserrado, Transformación de madera	**72**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
MADERAS PLÁSTICAS COBOS	Soacha	Transformación de madera	**71**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
AGLOMADERAS BOGOTÁ SAS	Soacha	Comercial, Depósito de madera más allá de aserrado	**71**	**Aliado estratégico inmediato**	Vinculación prioritaria
MADERAS ALFRE	Soacha	Empresa de construcción / prefabricados	**70**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
INVERSIONES AGROPECUARIAS LUNA EU	Cota	Depósito de madera más allá de aserrado	**70**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
TRONCOS LA SABANA SAS	Chía	Comercial, Transformación de madera	**69**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
INVERSIONES LUNAZUL SAS	Cota	Depósito de madera más allá de aserrado	**69**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
MADERAS LA CONFIANZA - HNOS SIERRA	San Francisco	Depósito de madera más allá de aserrado, Transformación de madera	**68**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
INMUNIZADORA ASERRÍO Y BOSQUES	EL Rosal	Depósito de madera más allá de aserrado, Transformación de madera	**67**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
CI EBENEZER SAS	Cajicá	Transformación de madera	**67**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
RÚSTICOS Y MODERNOS JUAN D	Cota	Comercial, Transformación de madera	**66**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
A Y P SAS	Chía	Comercial	**66**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento

Empresa	Municipio	Tipo establecimiento	Puntaje final	Clasificación	Decisión
MADERAS GORGONZOLA S.A.S.	Bogotá	Depósito de madera más allá de aserrado, Transformación de madera	**66**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
CENTRAL DE MADERAS CAJICÁ SAS	Cajicá	Depósito de madera más allá de aserrado	**65**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
CASANARE MADERAS	Madrid	Transformación de madera	**65**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
INDUMUEBLES HERNÁNDEZ SAS	Mosquera	Comercial, Transformación de madera	**64**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
OFIPARTES S.A	Cota	Manufactura	**63**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento
DEPOSITO DE MADERAS EL PINO MM SAS	Chía	Depósito de madera hasta aserrado verde, Transformación de madera	**62**	**Aliado potencial**	Vinculación con fortalecimiento

Fuente: Geotem SAS.

6.4.1 Descripción de las empresas clasificadas como aliados estratégicos inmediatos

A continuación, se presenta una breve descripción de las empresas clasificadas como **aliadas estratégicas inmediatas**.

6.4.1.1 La Inmunizadora SAS

La Inmunizadora S.A.S., ubicada en San Francisco (Km 29+175 Autopista Medellín), se caracteriza como un establecimiento **mixto**, pues combina funciones **comerciales, de depósito de madera más allá del aserrado y de transformación**, lo que la posiciona como un actor articulador dentro de la cadena: no solo procesa, sino que también concentra inventario y agrega valor para atender mercados finales. Esta condición se refuerza con la diversidad de procesos que declara: comercialización con valor agregado, ensamble, primera transformación (hasta aserrado), fabricación de elementos estructurales y segunda transformación (desde secado). Su escala operativa es alta para la muestra, con **capacidad instalada superior a 100 m³/mes** y **volúmenes comercializados por encima de 50 m³ mensuales**, lo cual la convierte en un potencial "ancla" para esquemas de abastecimiento interregional. No obstante, aunque tiene una operación robusta, identifica **dos cuellos de botella críticos: transporte y mano de obra**, lo que sugiere que su crecimiento y estabilidad no dependen únicamente de la disponibilidad de madera, sino de la capacidad de moverla oportunamente y sostener el personal operativo requerido para mantener el ritmo de producción y entrega.

En términos de infraestructura productiva, la empresa cuenta con un parque de maquinaria amplio y versátil (sierras, cepillo, planeadora, canteador, ruteadora, torno, molduradora,

bolilladora, prensas, tronzadora, aserríos vertical y horizontal, entre otros), coherente con su enfoque multietapa y su orientación a productos con transformación. Reporta un estado de equipos de **4/5**, con rutinas de limpieza, lubricación, revisión general y afilado **semanales**, aunque declara mantenimiento "semestral" como frecuencia general; en la práctica, sus hábitos semanales indican una gestión preventiva más constante de lo que sugiere esa periodicidad. Opera con energía **trifásica** y un costo mensual entre **$3 y $5 millones**, lo cual es consistente con una operación activa pero no necesariamente intensiva en procesos de altísima demanda energética (aunque sí utiliza secado en cámara). El proceso que más genera residuos es el **dimensionado**, y la empresa valoriza subproductos (aserrín, viruta y retal) orientándolos principalmente a **cama animal/sitios de cría** y **leña**, lo que muestra una lógica de aprovechamiento y salida de residuos relativamente estructurada.

Respecto al abastecimiento y mezcla de especies, La Inmunizadoras declara uso de **madera nacional**, con adquisición habitual en **bosque** y origen reportado "del centro del país". Utiliza **nativas certificadas** y **exóticas de plantación**, excluyendo nativas de origen incierto, lo que marca una orientación clara hacia la legalidad. Sin embargo, aunque trabaja con varias especies nativas (choiba, cedro, samán, sapan, abarco, urapán), su porcentaje de uso de nativas es **menor al 25%**, de modo que su portafolio sigue dominado por plantación (pino y eucalipto). Este perfil es estratégico para el proyecto: no es una empresa "especializada" en nativas, pero sí tiene experiencia real y un catálogo conocido de especies, lo que facilita escalar gradualmente la participación de maderas amazónicas/orinoquenses si se resuelven condiciones de precio, continuidad y logística.

En contraste, su referencia de precios para madera nativa es llamativa: ubica ordinarias, semi-ordinarias y finas todas **entre $3 y $5 millones/m³**, lo cual puede indicar que su experiencia se concentra en nativas de alta valoración, que está reportando rangos de precio asociados a su mercado específico, o que existe una percepción de costo elevado cuando se trata de madera nativa; en cualquier caso, esta señal sugiere que el componente de **competitividad de precios** y claridad por categorías/calidades será decisivo para ampliar compras.

En materia de calidad y control del material, la empresa reconoce una amplia gama de defectos frecuentes (rajaduras, insectos, nudos excesivos, torceduras, hongos, humedad, mal dimensionamiento/corte, grietas, madera verde, presencia de médula, estallada, hueca), lo que evidencia que su operación enfrenta variabilidad importante en la materia prima y/o en el acondicionamiento previo. Esta lectura se conecta con su decisión de usar **secado en cámara con caldera de carbón** y con su uso regular de **inmunizantes químicos**, es decir, aplica tratamientos para estabilizar y proteger la madera, pero aun así identifica defectos múltiples, lo cual puede estar asociado a origen, tiempos de transporte, condiciones de almacenamiento, heterogeneidad por especie o lotes, o inconsistencias en el pre-secado. En este contexto, la trazabilidad y la estandarización por lote (humedad objetivo, dimensiones, clasificación de calidades) serían instrumentos clave para reducir reprocesos y pérdidas, y además para atender su cuello de botella en mano de obra, ya que menos defectos se traducen en menos retrabajo y mayor productividad por persona.

En cuanto a formalidad y sostenibilidad, La Inmunizadoras muestra un perfil fuerte. Cuenta con registro de transformador, usa **VITAL/SUNL**, compra con **salvoconducto y factura**, y reporta vigente casi toda la documentación legal (registro mercantil, Cámara de Comercio, RUT, SST, LOF, permisos de aprovechamiento, guías y salvoconductos), con el sistema de gestión empresarial aún **en trámite**. Su compromiso ambiental y social es alto (**5/5** en ambos), respaldado por un conjunto amplio de prácticas ambientales (reutilización de residuos, control de emisiones, tratamiento de vertimientos, uso eficiente de agua y energía, optimización de cortes, mediciones de residuos por m³, trazabilidad interna, manejo de ruido y plan ambiental vigente) y sociales (contratación formal, priorización de mano de obra local, capacitación en seguridad, pagos oportunos, apoyo a formalización de proveedores, formación en derechos humanos y prevención de violencias, planes de contingencia e iniciativas de RSE). Aun sin certificaciones, su perfil operativo y documental la ubica como un aliado con alta compatibilidad para programas que exijan estándares de legalidad, responsabilidad y reporte.

Finalmente, desde la perspectiva de articulación con Amazonía y Orinoquía, la empresa refleja una **disposición positiva, pero condicionada por barreras típicas de mercado**. Aunque no ha trabajado con proveedores de esas regiones y asocia esa oferta con “maderas ilegales”, “muy costosas” y “difíciles de conseguir en altos volúmenes”, al mismo tiempo expresa interés en vincularse (requiere más información), está dispuesta a participar en espacios del proyecto y señala como “muy importantes” todos los factores para acuerdos (precio justo, trazabilidad, continuidad, calidad, plazos de pago y relación estable, además de aportes sociales y ambientales).

Su intención de compra de nativas para sus procesos es moderada (**5 a 10 m³/mes**), lo cual sugiere una entrada razonable vía **pilotos**: lotes pequeños pero constantes, con trazabilidad verificable, fichas técnicas por especie, clasificación por calidades y un esquema logístico que reduzca su cuello de botella de transporte. Dado que tiene volumen, infraestructura, acceso a financiamiento formal y márgenes altos (ingresos mensuales >$20 millones y margen por m³ entre 20% y 30%), el reto no es su capacidad de compra, sino transformar la percepción de riesgo y garantizar continuidad; si eso se logra, La Inmunizadoras puede actuar no solo como comprador, sino como **plataforma de depósito–transformación–comercialización** que acelere la llegada de madera amazónica/orinoquense al mercado final, especialmente en productos para **construcción y estructuras**, donde su experiencia como fabricante/proveedor de elementos estructurales es directamente pertinente.

En este caso se identificó una capacidad técnica especializada que favorece el cumplimiento del proyecto, especialmente por su experiencia en el procesamiento de maderas destinadas a redes de electrificación y obras civiles. A través de este aliado se garantiza para las especies amazónicas de alta densidad, que por naturaleza poseen una resistencia mecánica superior, se transformen en piezas de dimensiones especiales que hoy demanda el sector de servicios públicos y la infraestructura rural en la sabana de Bogotá, asegurando que el recurso forestal cumpla con las normas de seguridad y durabilidad exigidas en este tipo de montajes.

6.4.1.2 Maderas y Gestiones Forestales SAS

Maderas y Gestiones Forestales S.A.S., ubicada en Gachancipá (Autopista Norte km 28.5, El Roble), se perfila como una empresa netamente industrial dentro del eslabón de transformación, con foco declarado en la **segunda transformación (desde secado)**. Su estructura laboral evidencia una operación intensiva en mano de obra: cuenta con **45 trabajadores**, de los cuales **40** corresponden al componente operativo (39 hombres y 1 mujer) y **5** al administrativo (4 mujeres y 1 hombre). Este tamaño organizacional, sumado a una **capacidad instalada superior a 100 m³ mensuales** y a un volumen comercializado también en el rango de **más de 50 m³ al mes**, sugiere una planta con funcionamiento continuo y demanda energética elevada, lo cual es consistente con su reporte de consumo trifásico y un **costo mensual de energía superior a $10 millones**.

En el plano técnico, la empresa reporta un parque de maquinaria orientado a aserrío y transformación (aserrío horizontal, sierras, cepillo, planeadora, chipeadora, cortadora, entre otros) y un esquema de mantenimiento frecuente (limpieza, lubricación y revisión general semanal), lo que se refleja en una valoración de **5/5** en el estado de la maquinaria, un indicador relevante de confiabilidad operativa y estabilidad en la calidad del producto.

En cuanto al abastecimiento, la empresa declara que utiliza **madera nacional** y que su lugar habitual de adquisición es el **bosque**, lo cual, en términos del modelo de articulación, resulta relevante porque refleja una relación directa con el origen del recurso y no exclusivamente con intermediarios. Sin embargo, su patrón de consumo muestra una dependencia total de **especies exóticas de plantación** (eucalipto, acacias y pinos), con **no uso** de maderas nativas —ni certificadas ni de origen incierto—, y por tanto sin experiencia reciente en sustitución o diversificación hacia especies de bosque natural.

Esto se refuerza en el tipo de presentaciones que adquiere: **bloque, rolliza y troza** (sin uso de tabla, tablones, listones u otras presentaciones típicas de comercio intermedio), lo que indica una lógica de procesamiento desde materia prima más primaria, coherente con su enfoque industrial y su operación de secado, que realiza en **cámara con caldera de gas**. Adicionalmente, reporta que el defecto más común es la madera **húmeda**, lo cual resulta pertinente porque, aunque declara “ningún cuello de botella”, la humedad sigue siendo el factor técnico crítico que justifica su apuesta por secado controlado y explica parte de sus costos energéticos y de operación.

Desde el punto de vista de la legalidad y la trazabilidad, Maderas y Gestiones Forestales S.A.S. muestra un nivel alto de formalización. Señala compra con **salvoconducto y factura**, y reporta tener **registro como transformador**, **permisos de aprovechamiento**, LOF, sistema de gestión empresarial, SST, registro mercantil, Cámara de Comercio, RUT y guías de movilización, todo marcado como **vigente**. Aunque indica que “no aplica” el uso de VITAL/SUNL porque “no moviliza madera”, el hecho de contar con salvoconductos y guías sugiere que la trazabilidad documental sí es un componente de su operación, aun si la logística de movilización la ejecutan terceros o se gestiona desde el proveedor.

Este conjunto de evidencias ubica a la empresa en un perfil robusto frente a criterios críticos de selección, especialmente si se busca asegurar abastecimiento legal y verificable. En

paralelo, su enfoque de selección de proveedores incorpora variables exigentes más allá del precio: prioriza calidad, permisos vigentes, origen verificable, variedad de especies, relación con proveedores conocidos y, de forma especialmente relevante, que la madera esté **certificada FSC/PEFC**, así como criterios de beneficio comunitario y ambiental en territorios de origen. Esto último revela una narrativa empresarial alineada con sostenibilidad, aunque hoy su abastecimiento esté concentrado en plantaciones del centro del país.

En el componente ambiental y social, el desempeño declarado es sobresaliente. La empresa afirma implementar reutilización de residuos, acuerdos para adquisición de subproductos, optimización de cortes, **mediciones periódicas de kg de residuo/m³ procesado**, registro interno de trazabilidad y plan ambiental vigente; además, se autoevalúa con **5/5** en compromiso ambiental y **5/5** en compromiso social. En lo social reporta contratación formal de todo el personal, priorización de mano de obra local, capacitación en seguridad, inclusión de mujeres en áreas técnicas u operativas, apoyo a formalización de proveedores, capacitaciones en derechos humanos y prevención de violencias, planes de contingencia ante incendios y programas de RSE.

Operativamente, comercializa sus residuos (aserrín, viruta y retal), con usos finales orientados a cama/cría animal y uso doméstico, lo que sugiere una valorización básica de subproductos y una reducción de disposición final directa. En contraste, no utiliza inmunizantes, lo cual puede estar asociado a su tipo de producto final (almacenamiento) y a la naturaleza de las especies usadas, pero también puede implicar que su estrategia de durabilidad se apoya más en secado y control de calidad que en tratamientos químicos.

No obstante, al analizar su potencial de articulación con núcleos de desarrollo forestal de Amazonía y Orinoquía, se evidencia una tensión clara entre interés estratégico y viabilidad inmediata. Por un lado, la empresa manifiesta estar interesada en vincularse, particularmente a través de **alianzas comerciales**, **acuerdos marco de precios** y **participación en proyectos regionales**, y califica como “muy importantes” todos los factores de decisión (precio justo, trazabilidad, continuidad, calidad, plazos de pago, relación estable, aportes a comunidades y al ambiente). Asimismo, identifica como incentivos prioritarios el acceso a materia prima certificada, precios competitivos, acceso a nuevos mercados, capacitación técnica, apoyo a certificación, acceso a maquinaria/cofinanciación, asesoría, fondos de fortalecimiento y líneas de crédito verdes.

Sin embargo, su **intención de compra de madera nativa** es **menor a 5 m³ al mes**, es decir, marginal frente a su escala general de operación; además, asocia la oferta amazónica/orinoquense principalmente con **proveeduría inconstante** y reporta una percepción previa negativa sobre proveedores de esas regiones vinculada a **calidad reducida**. Incluso cuando dice que estaría interesado, explica que no lo estaría “por precios y calidad”, lo que sugiere que su disposición depende de que se resuelvan dos condiciones críticas: estándares técnicos estables (secado, clasificación, defectos y especificaciones) y un esquema logístico y comercial que garantice continuidad y competitividad.

En términos comerciales, la empresa opera con una rentabilidad moderada (entre **10% y 15%**) y declara que su principal práctica para competir es ofrecer **calidad** y **precios**

competitivos, lo cual es coherente con su evaluación estricta de proveedores. Reporta altos costos operativos: más de **$50 millones** mensuales en personal y más de **$10 millones** en transporte, además de considerar el transporte como costo directo, y califica el estado de vías como **malo**, un dato clave si se piensa en flujos desde Amazonía/Orinoquía hacia Cundinamarca. Al mismo tiempo, a diferencia de otros actores, sí cuenta con acceso a financiamiento formal y se apalanca en **banco comercial**, lo que le da capacidad de absorber inversiones o ajustes de transición, siempre que el modelo de abastecimiento demuestre estabilidad y riesgo controlado.

En síntesis, Maderas y Gestiones Forestales S.A.S. representa un transformador de alto desempeño técnico, alta formalidad documental y fuerte alineación declarativa con sostenibilidad, con capacidad instalada suficiente para ser un actor estructurante del mercado regional. Sin embargo, su base actual está construida sobre plantaciones exóticas y su apertura real hacia maderas nativas amazónicas/orinoquenses es todavía limitada en volumen y condicionada por preocupaciones de calidad, precio, logística y continuidad.

Por ello, dentro del modelo de articulación, esta empresa podría funcionar mejor en una ruta progresiva: iniciar con pilotos de bajo volumen altamente controlados (especificaciones, secado, tolerancias de humedad y defectos, trazabilidad completa) y, si se demuestra desempeño constante, escalar a acuerdos marco de precios y suministro programado. En otras palabras, es un aliado de alto valor para consolidar estándares y reputación del modelo, pero requiere que la oferta amazónica/orinoquense se presente con un nivel de estandarización y confiabilidad equivalente al que hoy encuentra en las plantaciones del centro del país.

6.4.1.3 Inmunizadora de Maderas Alianza SAS

Inmunizadora de Maderas Alianza S.A.S., ubicada en el municipio de Madrid (Cundinamarca), se configura como una empresa con alta diversificación operativa dentro de la cadena forestal. Su clasificación abarca actividades de transformación de madera, comercialización, depósitos en distintas fases y procesos complementarios, lo que evidencia un modelo empresarial integral que articula varias etapas del encadenamiento productivo. La empresa cuenta con una capacidad instalada superior a 100 m³ mensuales y comercializa más de 50 m³ al mes, posicionándose dentro del segmento de mediana-alta escala con capacidad logística y productiva significativa. Su infraestructura incluye un amplio parque de maquinaria industrial —sierras, cepillos, trompos, canteadora, torno, prensa, lijadora, entre otros— con mantenimiento periódico (mensual en la mayoría de los procesos) y un estado general valorado en 4 sobre 5, lo que refleja condiciones técnicas adecuadas para procesos de primera y segunda transformación.

Desde el punto de vista del abastecimiento, la empresa utiliza madera nacional y combina especies nativas certificadas y exóticas de plantación; sin embargo, reporta que más del 75% de su consumo corresponde a especies nativas, lo que la ubica dentro del segmento de alta apertura hacia maderas de bosque natural. Entre las nativas destaca el sapan, mientras que entre las exóticas predominan pino y eucalipto. Adquiere madera en múltiples presentaciones (bloque, tabla, rolliza, planchón, tablones, vigas, entre otras), lo que

demuestra flexibilidad en el procesamiento. No obstante, identifica el secado como principal cuello de botella, aunque emplea cámara con caldera de combustible para este fin. En términos de legalidad, compra habitualmente con salvoconducto y factura; sin embargo, varios registros se encuentran en trámite (registro de transformador, LOF, seguridad y salud en el trabajo, sistema de gestión empresarial), lo que sugiere un proceso de consolidación de su formalización.

En materia económica, la empresa reporta ingresos mensuales por venta de madera superiores a $20 millones, con márgenes entre 20% y 30%. Sus principales costos directos corresponden a mano de obra y permisos/impuestos, mientras que el transporte se considera un costo indirecto relevante. El gasto mensual en personal oscila entre $5 y $10 millones, y el de transporte entre $2 y $3 millones. No cuenta con acceso a crédito formal y financia su operación principalmente a través de proveedores nacionales, utilizando esquemas de crédito de 1 a 3 meses y pagos anticipados. Esta estructura financiera indica dependencia de relaciones comerciales directas y una posible oportunidad para instrumentos de financiamiento verde o líneas de crédito sectoriales.

En el ámbito ambiental y social, la empresa demuestra prácticas positivas como el aprovechamiento de residuos (aserrín y viruta para cría animal, retal como leña), optimización de cortes, uso eficiente de energía y manejo de ruido. Se autoevalúa con nivel 4 en compromiso ambiental y 3 en compromiso social. Implementa capacitación en uso de EPP, prioriza mano de obra local y promueve pagos oportunos a proveedores, aunque no cuenta actualmente con certificaciones (FSC u otras). Resulta relevante que considera la calidad asociada tanto a la especie y sus propiedades físico-mecánicas como al manejo técnico y uso final, lo cual indica una visión integral del desempeño del material.

Frente a la articulación con productores de la Amazonía y la Orinoquía, la empresa manifiesta interés en vincularse mediante alianzas comerciales, proyectos regionales y esquemas asociativos. Considera muy importantes factores como precio justo, continuidad en el suministro, plazos de pago favorables y relación comercial estable; igualmente valora la trazabilidad, la calidad técnica y el aporte ambiental y social. Sin embargo, persisten barreras asociadas al precio, desconfianza en el origen legal, dificultades logísticas y tiempos de entrega. Además, asocia inicialmente las maderas amazónicas con ilegalidad, altos costos y falta de volumen constante, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la confianza, la trazabilidad y la estabilidad comercial para consolidar una relación estratégica.

En síntesis, Inmunizadora de Maderas Alianza S.A.S. representa un actor estratégico dentro del tejido empresarial regional: cuenta con capacidad instalada significativa, experiencia en especies nativas, disposición para establecer alianzas y una estructura comercial consolidada en Bogotá y municipios de la Sabana. Sin embargo, requiere fortalecimiento en formalización documental, acceso a financiamiento y consolidación de confianza frente a proveedores amazónicos. Bajo un esquema de suministro programado, trazabilidad verificable y garantías de continuidad y precio competitivo, esta empresa podría desempeñar un rol relevante como aliado estructural en la articulación de cadenas forestales legales y sostenibles entre la Amazonía, la Orinoquía y Cundinamarca.

Adicionalmente, durante el desarrollo de la encuesta se evidenció un alto interés por parte de esta empresa en vincularse al proyecto, lo que la convierte en un actor favorable para el cumplimiento del objeto contractual. En este caso particular, su participación permitiría que, a través de sus procesos de secado de madera, diversas especies poco conocidas provenientes de la Amazonía puedan alcanzar estándares de durabilidad y uniformidad similares a los que actualmente ofrecen especies ampliamente utilizadas como el pino o el eucalipto. Esto facilitaría que dichas maderas puedan competir tanto en cantidad como en calidad frente a la demanda de productos forestales requeridos en las obras de la sabana de Bogotá.

6.4.1.4 Inmunizadora La Sabana SAS

Inmunizadora La Sabana S.A.S., ubicada en San Francisco (Km 29 vía Bogotá–Medellín), se perfila como un actor de **transformación de madera con énfasis en re-aserrado y segunda transformación (desde secado)**, con una escala operativa intermedia-alta para el contexto regional. Su capacidad instalada se ubica entre **más de 50 y hasta 100 m³ mensuales**, lo que la convierte en un establecimiento con potencial real para absorber volúmenes relevantes dentro de un esquema de abastecimiento programado.

Sin embargo, su estructura de personal es reducida (4 personas en total: 2 administrativas y 2 operativas, todos hombres), lo cual sugiere una operación compacta y altamente dependiente de la eficiencia del flujo productivo, la disponibilidad de materia prima y la continuidad del trabajo de maquinaria. En coherencia con ello, el "cuello de botella" identificado no es técnico sino logístico: **almacenamiento**, un aspecto crítico cuando se busca aumentar rotación de inventarios, ordenar el secado y mejorar la estabilidad del suministro, especialmente en un modelo que pretenda conectar oferta interregional con demanda constante.

Desde la perspectiva de infraestructura y desempeño técnico, la empresa reporta una dotación de maquinaria amplia para su tamaño, incluyendo sierras de distintos tipos, cepillo, planeadora, canteador, ruteadora, torno, chipeadora, lijadora, prensa, pulidora y aserrío horizontal, entre otros. Además, califica el estado de su maquinaria con **5/5**, lo que indica una percepción de equipos en excelente condición. No obstante, llama la atención que la frecuencia de mantenimiento general se describe como "**cada que hay daño o avería**", lo cual podría interpretarse como un mantenimiento correctivo predominante; aun así, la empresa sí ejecuta rutinas periódicas concretas (limpieza, lubricación, revisión general y afilado **semanales**, con cambio de piezas mensual). Esta combinación sugiere que, aunque el mantenimiento se active formalmente ante fallas, en la práctica existe una disciplina operativa semanal que contribuye a sostener el buen estado reportado. Opera con energía **trifásica** y un costo mensual entre **$1 y $3 millones**, cifra coherente con una industria pequeña-mediana con maquinaria activa, pero sin el nivel de consumo energético de grandes plantas de secado o transformación en serie.

En cuanto a abastecimiento, especies y legalidad, la empresa declara que utiliza **madera nacional**, que su lugar habitual de adquisición es el **bosque** y que conoce el origen como "**del centro del país**". Este punto es relevante porque refleja un abastecimiento más

cercano y, por tanto, con menores barreras logísticas que la Amazonía u Orinoquía; sin embargo, también marca el reto central del proyecto: lograr que actores acostumbrados a proveedores del centro del país perciban una oferta complementaria amazónica/orinoquense como una alternativa confiable, continua y legal. En su mezcla de consumo, INMUNIZADORA LA SABANA usa tanto **especies nativas de origen certificado** como **especies exóticas de plantaciones**, y explícitamente rechaza el uso de nativas sin claridad de origen.

En especies, menciona **cedro y abarco** como nativas frecuentes, y **pino y eucalipto** como exóticas; además, reporta rangos de precios para nativas que ubican ordinarias y semi-ordinarias entre **$500.000 y $1.000.000/m³**, y finas entre **$1 y $3 millones/m³**, lo cual da una señal útil sobre su referencia de mercado y su disposición a pagar. En términos de documentación y trazabilidad, se observa un perfil formal: compra **solo con salvoconducto**, cuenta con **registro de transformador**, utiliza **VITAL/SUNL**, y reporta como vigente el paquete documental completo (registro mercantil, Cámara de Comercio, RUT, SST, sistema de gestión empresarial, LOF, guías de movilización, salvoconducto y permisos de aprovechamiento). Esto la posiciona como un aliado con condiciones de entrada favorables a un acuerdo formal, porque reduce los riesgos típicos asociados a brechas documentales en transformación y comercialización.

Ahora bien, al analizar calidad, procesos y sostenibilidad, se identifica una combinación interesante de fortalezas y retos. La empresa asocia la calidad principalmente con **especie y propiedades**, con **el uso final** y con **ausencia de defectos**; además, considera que la calidad sí puede estar asociada “al tipo de especies únicamente”, lo que revela una mirada muy material y técnica del desempeño. En coherencia con esto, los defectos más comunes que reporta no son de degradación biológica sino de proceso: **madera mal dimensionada y mal cortada**, lo que sugiere problemas en la precisión de aserrado, calibración de equipos, estandarización de medidas o control de calidad en la madera que recibe. A nivel de secado, afirma que el método más utilizado es **al aire libre**, mientras que al mismo tiempo indica uso regular de **inmunizantes químicos**.

Este punto es clave para el proyecto, porque el secado al aire libre, aunque habitual en muchas operaciones, aumenta la variabilidad de humedad y puede contribuir a defectos, tiempos largos de rotación y mayor presión sobre el almacenamiento (justamente su cuello de botella). En sostenibilidad, su autovaloración es alta: **5/5** tanto en compromiso ambiental como social. Lo ambiental se respalda en prácticas como reutilización de residuos, aprovechamiento de aserrín, uso eficiente de energía y registro interno de trazabilidad; lo social, en contratación formal, priorización de mano de obra local y pagos oportunos a proveedores. No obstante, no cuenta con certificaciones o avales, lo que abre la puerta a que un esquema de alianza le aporte beneficios de mercado (confianza, diferenciación, acceso a programas) sin partir de procesos excesivamente complejos para su escala.

En el componente comercial y de integración al modelo de articulación, Inmunizadora La Sabana muestra señales claras de viabilidad y, a la vez, barreras reputacionales típicas frente a Amazonía/Orinoquía. Reporta que comercializa **más de 50 m³ mensuales**, vende principalmente a **consumidor final**, y distribuye a Bogotá, municipios de la Sabana, otros

municipios de Cundinamarca y otros departamentos, con usos finales en construcción y locaciones interiores y exteriores. Su ingreso mensual promedio por venta de madera se ubica entre **más de $10 y hasta $20 millones**, con margen por m³ de **10% a 20%**, y sin acceso a crédito formal (se financia con recursos propios).

A pesar de ello, expresa interés en vincularse como aliado con productores amazónicos/orinoquenses, incluso planteando explícitamente la posibilidad de ser **"punto de venta de los productores amazónicos"**, lo cual es una señal muy concreta de rol dentro de la gobernanza y la logística de la alianza: podría operar como nodo de distribución o vitrina comercial si se consolidan reglas claras de abastecimiento, calidades, precios y trazabilidad.

Sin embargo, la principal barrera declarada es contundente: **desconfianza en el origen legal**, al punto de asociar la oferta de maderas nativas provenientes de aprovechamiento sostenible en Amazonía/Orinoquía con "**maderas ilegales**", y además afirma no haber trabajado con proveedores de esas regiones. Este hallazgo es estratégico, porque demuestra que el desafío no es únicamente logístico o de precios, sino de percepción y credibilidad. En consecuencia, si se prioriza a esta empresa como aliado, el proyecto debería enfocarse en un paquete mínimo de confianza que combine evidencia documental por lote (permisos, salvoconducto/SUNL, coherencia LOF), trazabilidad verificable, especificaciones técnicas estandarizadas y un esquema de suministro programado que reduzca incertidumbre.

En línea con esto, la empresa considera "muy importantes" todos los factores clave para establecer acuerdos (precio justo, trazabilidad, continuidad, calidad, plazos de pago, relación estable, aporte a comunidades y al ambiente) y también asigna "prioridad alta" a todos los incentivos propuestos (materia prima certificada, precios competitivos, nuevos mercados, ruedas de negocio, capacitación, apoyo a certificación, maquinaria/cofinanciación, asesoría, fondos, crédito verde y primer grado de transformación). Este patrón sugiere una alta disposición a vincularse, siempre que la alianza logre traducir la promesa de legalidad y continuidad en mecanismos simples, verificables y operables para una empresa de escala compacta y con limitaciones de financiación.

Es así como, Inmunizadora La Sabana S.A.S. combina una capacidad mensual relevante (50–100 m³ instalada y más de 50 m³ comercializados), formalización documental sólida y un compromiso alto declarado con sostenibilidad, lo que la convierte en un candidato viable para encadenamientos formales. Su principal limitante interna se concentra en almacenamiento y, probablemente, en control de procesos asociados a dimensionado/corte y variabilidad de secado; mientras que su principal barrera externa para integrarse a cadenas amazónicas/orinoquenses es la desconfianza en la legalidad. Por ello, su incorporación al modelo funcionaría mejor si se plantea como un aliado que entra por pilotos controlados (volúmenes moderados como su intención de compra de nativas: **5 a 10 m³/mes**), con evidencia robusta por lote y un acompañamiento técnico-comercial que le permita transitar desde la percepción de riesgo ("madera ilegal") hacia una experiencia

práctica de compra segura, trazable y competitiva, eventualmente escalando su rol hacia nodo o punto de venta para productores, tal como ella misma lo propone.

Para esta empresa se identificó un perfil comercial muy sólido y una disposición para vincularse al proyecto, lo que facilita el cumplimiento de las metas trazadas desde las Gobernación de Cundinamarca. Su aporte estratégico radica en que, a través de sus procesos de secado controlado y dimensionamiento industrial, se lograría que las especies pesadas y semipesadas de la Amazonía (que por naturaleza no requieren inmunización) alcancen la estabilidad y uniformidad técnica necesarias para competir en calidad y volumen con las demandas de este tipo de especies.

6.4.1.5 DEKOART de Colombia SAS

DEKOART de Colombia S.A.S., ubicada en Cota (Centro Empresarial Pueblo Viejo, bodegas 1 y 2, variante Cota–Chía), se configura como un actor de alta capacidad dentro de la cadena, con un perfil híbrido que combina **depósito de madera hasta aserrado verde**, **depósito más allá de aserrado** y **transformación de madera**. Esta triple clasificación no es menor: evidencia que la empresa no solo mueve inventarios, sino que también integra etapas de procesamiento, lo que le permite operar como plataforma de abastecimiento y, al mismo tiempo, como transformador con capacidad de agregar valor. Su estructura laboral confirma esa escala: reporta **55 trabajadores**, de los cuales **48** corresponden al componente operativo (45 hombres y 3 mujeres) y **7** al administrativo (3 hombres y 4 mujeres), lo que sugiere una operación industrial con base productiva robusta y un soporte administrativo estable. En coherencia con lo anterior, declara una **capacidad instalada superior a 100 m³ mensuales**, usa energía **trifásica** y asume un costo mensual de energía de **más de $10 millones**, indicador típico de procesos con maquinaria intensiva, secado y transformación continua.

Desde el punto de vista técnico, la empresa muestra un parque de maquinaria amplio y diverso, coherente con la combinación de **primera transformación (hasta aserrado)**, **segunda transformación (desde secado)** y **ensamble de madera**. El listado incluye aserrío vertical y horizontal, molduradora, prensas, canteador, chipeadora, sierras de distintos tipos y equipos de acabado, lo que sugiere versatilidad para responder a requerimientos de diferentes productos y especificaciones. El estado de la maquinaria se califica con **4/5**, con un esquema de mantenimiento mixto: limpieza semanal, afilado mensual, y lubricación y revisión general semestrales. Este patrón deja ver una operación funcional y relativamente ordenada, aunque con un punto de mejora posible en la frecuencia de lubricación y revisiones generales si se busca aumentar confiabilidad y reducir riesgos de paradas o fallas acumuladas. De hecho, el principal cuello de botella identificado es el **suministro**, lo cual es consistente con una empresa que tiene capacidad productiva, equipo y mano de obra, pero cuyo desempeño depende críticamente de la continuidad y oportunidad del abastecimiento.

En materia de abastecimiento y portafolio de especies, DEKOART presenta una característica estratégica para el modelo de articulación: usa simultáneamente **especies nativas de origen certificado**, **especies nativas sin claridad sobre el origen** y **especies**

exóticas de plantaciones. No obstante, cuando se observa el balance real, la empresa reporta que las nativas representan **menos del 25%** de su consumo, mientras que en exóticas menciona pino, gmelina y eucalipto, y en nativas registra jacarandá, cedro, achapo y "maderas duras".

Este patrón es típico de empresas que operan con base en plantaciones para garantizar estandarización y disponibilidad, y usan nativas para nichos de calidad, estética o resistencia; sin embargo, la presencia de nativas "sin claridad de origen" introduce un foco de riesgo reputacional y normativo que el proyecto precisamente busca reducir. En este sentido, la empresa resulta altamente relevante, porque ya tiene relación con madera amazónica: declara conocer el origen "**de la Amazonia y el Caquetá**", lo cual indica que el flujo de abastecimiento interregional existe, pero requiere ordenarse bajo estándares verificables. Además, su lugar habitual de adquisición es "**camión**", lo que sugiere una cadena con intermediación logística y compras en ruta, práctica frecuente en mercados donde el suministro llega consolidado por terceros; esto, nuevamente, refuerza la importancia de trazabilidad y debida diligencia para asegurar legalidad, consistencia documental y calidad.

En la dimensión de control técnico y calidad, la empresa manifiesta que la calidad se asocia con **el tipo de especie y sus propiedades**, con **el uso que se le da a la madera** y con **que no tenga defectos**, y rechaza que dependa de "manejo para trabajarla y aspectos laborales". A nivel de defectos, identifica como el más común la madera "**estallada**", lo cual puede estar vinculado a tensiones internas, secado inadecuado, variaciones de humedad o procesos de corte y almacenamiento que no controlan suficientemente el comportamiento dimensional. Esto es especialmente relevante dado que la empresa sí realiza secado en cámara, pero con caldera de **carbón**, lo cual, si bien puede ser económicamente viable, también exige controles estrictos para lograr curvas de secado estables y evitar defectos derivados de choques térmicos o gradientes de humedad. Aun así, el hecho de que su proceso que más genera residuos sea el **corte** y que comercialice aserrín, viruta y retal (con usos en cama animal y leña) es coherente con un perfil de aserrío y transformación con alta generación de subproductos, donde la eficiencia de corte y optimización de patrones se vuelve clave para competitividad.

En el componente de legalidad, trazabilidad y formalización, DEKOART muestra un nivel de cumplimiento sólido: compra madera con **salvoconducto** y también con **salvoconducto y factura**, cuenta con **registro de transformador**, reporta uso de **salvoconductos electrónicos (VITAL/SUNL)**, y marca como vigente registro mercantil, Cámara de Comercio, RUT, SST, sistema de gestión empresarial, LOF, guías de movilización, permisos de aprovechamiento y salvoconducto. En un escenario de articulación con núcleos de desarrollo forestal, este paquete documental es una ventaja operacional porque facilita la verificación y reduce barreras para entrar a acuerdos de suministro programado. Sin embargo, es importante notar que, aunque la empresa valora permisos vigentes y origen verificable como criterios de selección, al mismo tiempo reconoce que hoy usa nativas de origen no claro; esto sugiere que la existencia de documentos no siempre se traduce en una trazabilidad plenamente consistente en todos los flujos de compra, por lo

que el protocolo del proyecto debería apuntar a “cerrar brechas” y estandarizar la evidencia exigida para cada lote.

En sostenibilidad, DEKOART reporta prácticas ambientales puntuales, principalmente el **aprovechamiento de aserrín**, y se autoevalúa con **4/5** en compromiso ambiental. En lo social, declara contratación formal, prioridad a mano de obra local, capacitación en EPP y uso seguro, pagos oportunos, apoyo a formalización de proveedores, planes de contingencia y programas de RSE, con una autoevaluación de **4/5** en compromiso social. Este perfil es consistente con una empresa industrial que cumple requisitos base y aplica acciones, aunque sin un paquete amplio de mediciones o sistemas avanzados ambientales como otras empresas más maduras en gestión. Asimismo, no cuenta con certificaciones o avales, lo que abre una oportunidad clara para que el sistema de incentivos del proyecto (certificación, compras responsables, acceso a mercados, fortalecimiento técnico) funcione como mecanismo de permanencia y escalamiento.

Finalmente, frente a la articulación con Amazonía y Orinoquía, la empresa muestra una disposición significativa, aunque con condiciones. Reporta una **intención de compra de madera nativa de más de 50 m³ al mes**, lo cual es un indicador de demanda potencial alta, especialmente considerando su escala. Además, manifiesta interés en vincularse como aliado (aunque “necesito más información”) y prioriza como factores “muy importantes” el **precio justo**, la **continuidad** y la **relación estable**, mientras que considera “importante” la trazabilidad y la calidad/especificaciones técnicas. Su principal barrera no es logística o precio, sino **desconocimiento de especies** y **desconfianza en el origen legal**, lo que encaja perfectamente con la razón de ser del modelo: reducir incertidumbre, ofrecer portafolios técnicamente descritos, asegurar documentación completa y construir relaciones de largo plazo con reglas claras.

Aun así, persiste una percepción de riesgo sobre la oferta amazónica/orinoquense: asocia esas maderas con **proveeduría no constante** y, si ha trabajado con proveedores de la región, afirma que “ofrecen maderas con precios más altos”. Esto indica que, para convertir su intención de compra en compras reales sostenidas, el proyecto debe resolver dos condiciones críticas: un esquema de suministro programado que garantice continuidad y una estrategia comercial que justifique el precio mediante calidad, desempeño, estandarización, trazabilidad y, cuando aplique, atributos diferenciales (maderas duras, valor estructural o estético).

En resumen, DEKOART de Colombia S.A.S. se perfila como un aliado con capacidad instalada, estructura industrial y formalización suficiente para participar en acuerdos de suministro programado y en pilotos de articulación a escala. Su principal valor para el proyecto es doble: por un lado, ya está conectada a flujos de abastecimiento con origen amazónico (Amazonía/Caquetá), lo que reduce barreras de “entrada territorial”; por otro, declara una demanda potencial alta de madera nativa, pero condicionada por confianza en legalidad, conocimiento técnico de especies y estabilidad del suministro. Por ello, una ruta de trabajo efectiva con esta empresa debería priorizar el cierre de brechas de trazabilidad en compras de nativas, la estandarización de fichas técnicas y especificaciones por

especie/lote, y un esquema de programación logística que responda directamente al cuello de botella que ella misma identifica: el suministro.

6.4.1.6 Inmunizadoras Serrano Gómez

Inmunizadoras Serrano Gómez, ubicada en Bogotá (Calle 22 bis #68–13), se configura como un actor **integrado y multipropósito** dentro de la cadena: combina rol comercial, depósito de madera, transformación y un vínculo directo con construcción/prefabricados. Sus procesos declarados refuerzan esa integración, porque no solo compra y vende con valor agregado, sino que también realiza ensamble, primera y segunda transformación, y se posiciona como proveedor/fabricante de elementos estructurales. La capacidad instalada reportada (entre **50 y 100 m³/mes**) y su base laboral (10 personas en administración, con equilibrio de género, y 11 operarios hombres) sugieren una empresa con una estructura administrativa relativamente robusta para su escala productiva, lo que suele asociarse con mayor control documental, atención comercial y capacidad de atender clientes de proyectos. Además, el hecho de que utilice **madera nacional e importada** amplía su rango de oferta y le permite responder a especificaciones de mercado que requieren estandarización o disponibilidad que a veces no se logra con un solo origen.

En su operación se observa una tensión clara entre disciplina de trabajo y limitaciones técnicas acumuladas. Aunque declara mantenimiento “diario” y mantiene prácticas semanales de limpieza y afilado, el estado de maquinaria se califica en **3/5**, lo cual indica una condición “media” que puede estar generando paradas, reprocesos o restricciones para asegurar precisión y productividad, especialmente si su portafolio incluye productos estructurales. Esta situación es consistente con los “cuellos de botella” que identifica: **secado, transporte y mano de obra**. El secado aparece como un nodo crítico pese a que reporta secado en cámara con caldera de carbón; esto puede significar limitaciones de capacidad de secado frente al volumen que procesa, variabilidad de humedad en la entrada, costos altos de energía o la necesidad de mejorar control de parámetros. De hecho, el costo mensual de energía superior a **$10 millones** es muy alto para una operación en este rango de capacidad, lo que sugiere o bien un consumo energético intensivo por procesos (secado, moldurado, dimensionado continuo) o ineficiencias asociadas al estado de equipos y la gestión energética.

La estrategia de abastecimiento es notablemente diversa: compra en almacenes especializados, aserríos, bosque, camión, depósitos, transformadores, e incluso incorpora **demoliciones y reciclaje**. Esa amplitud puede ser una ventaja comercial (más fuentes para responder rápido), pero también aumenta la complejidad de control de calidad y homogeneidad del producto, lo cual se refleja en los defectos reportados como frecuentes: madera rajada, con exceso de nudos, torcida, mal cortada, verde, “mala calidad” y hueca. Que el proceso que más genera residuos sea el **corte** también calza con esa variabilidad del insumo: cuando la madera entra con defectos o con condiciones no estandarizadas, el corte y el dimensionado suelen concentrar pérdidas. La empresa comercializa aserrín, viruta y retal, con usos finales tradicionales (cama animal y uso en casas), lo cual ayuda a reducir desperdicios, pero todavía se ubica en escalones de bajo valor agregado, pese a que ya implementa mediciones periódicas de **kg de residuo/m³** (una práctica más

avanzada que muchas empresas del segmento y que habla de una gestión ambiental con indicadores).

En cuanto a especies, la empresa trabaja con nativas certificadas y exóticas de plantación, manteniendo las nativas en una proporción **menor al 25%**. Las nativas más usadas (abarco, sapan, choiba, guaimaro, amarillo, lechero, chocho, achapo) y las exóticas (pino patula, eucalipto, teca, acacia mangium) muestran un portafolio mixto que combina disponibilidad, rendimiento y usos estructurales o de exteriores. La amplitud en presentaciones compradas (bloque, tabla, pieza, rolliza, troza, árbol, listón, rodajas, tabla burra, tablones, varas, vigas, e incluso **tabla seca**) es coherente con su rol de proveedor para construcción y con su capacidad de procesar diferentes formatos según la necesidad del cliente. Declara conocer el origen de su madera “de los Santanderes” y maneja rangos de precio para nativas relativamente competitivos (ordinarias entre **$500.000 y $1.000.000/m³**; semi-ordinarias y finas entre **$1 y $3 millones/m³**), lo que, en términos de mercado, podría facilitar una mayor participación de nativas si se resolvieran los cuellos de botella de secado, tiempos y logística.

En el frente de legalidad y gestión, la empresa reporta un nivel alto de formalidad: compra con **salvoconducto y factura**, usa VITAL/SUNL, cuenta con registro de transformador, y declara toda la documentación vigente (registro mercantil, Cámara de Comercio, RUT, SST, LOF, guías, permisos), además de afirmar que sí tiene **sistema de gestión empresarial**. Este punto es relevante porque, a diferencia de otros perfiles que operan con informalidad gerencial, aquí la empresa parece estar preparada para esquemas de relacionamiento formal con proveedores (contratos, especificaciones, cronogramas) y con clientes que exigen trazabilidad y consistencia, particularmente en aplicaciones estructurales y de infraestructura.

Su desempeño en sostenibilidad se autoevalúa en **4/5** tanto en el componente ambiental como social, con prácticas ambientales más estructuradas que el promedio del segmento: reutilización de residuos, aprovechamiento de aserrín, control de emisiones atmosféricas, uso eficiente de energía, medición de residuos por unidad procesada y plan ambiental vigente. En lo social, reporta contratación formal, capacitación en EPP, pagos oportunos a proveedores y programas de RSE. Sin embargo, se evidencia una brecha típica en debida diligencia social de cadena: declara no tener conocimiento sobre condiciones laborales en el aprovechamiento y extracción. Es decir, puede ser fuerte en cumplimiento interno, pero todavía no integra plenamente la dimensión social del origen en su gestión de compras.

En dinámica comercial, la empresa se orienta principalmente a **consumidor final** y distribuye a otros departamentos, con usos finales asociados a construcción, estructuras, locaciones exteriores e incluso infraestructura férrea y eléctrica; esto sugiere mercados con requerimientos técnicos y de calidad relativamente altos, donde el secado y la estabilidad dimensional son críticos. Declara rentabilidad entre **15% y 20%** y margen por m³ entre **10% y 20%**, pero con costos directos presionados por transporte y mano de obra (ambos declarados como cuellos de botella) y un gasto de transporte entre **$3 y $5 millones** mensuales, sumado a que percibe el estado de vías como **mal estado**. Un aspecto interesante es su mix de canales para conocer oferta: ferias y ruedas de negocio son “muy

efectivas", mientras que visitas periódicas, medios virtuales, WhatsApp o sistemas públicos le resultan "poco efectivas". Esto describe una empresa que confía más en espacios de relacionamiento formal y comercial (eventos) que, en mecanismos cotidianos de prospección, lo cual es clave para diseñar estrategias de conexión de oferta (si se quiere engancharla con proveedores nuevos, el "vehículo" más efectivo probablemente sea un espacio tipo rueda de negocio con especificaciones claras y oferta previamente filtrada).

Respecto a su potencial articulación con Amazonía/Orinoquía, la empresa manifiesta interés condicionado ("sí, pero necesito más información"), y el tipo de vinculación que prefiere (alianzas comerciales, acuerdos marco de precios, proyectos regionales) calza con su perfil formal. No obstante, hoy asocia esas maderas con **inestabilidad de proveeduría** y falta de volumen, y no ha trabajado con proveedores de esas regiones. Además, aunque su intención de compra de nativas para sus procesos es muy alta (**más de 50 m³/mes**), sus barreras principales para ese relacionamiento son **desconocimiento de especies**, dificultades logísticas y tiempos de entrega. En otras palabras, la demanda potencial existe, pero requiere un modelo de abastecimiento que le reduzca incertidumbre: fichas técnicas y estandarización por especie, acuerdos de especificaciones (humedad, dimensiones, clasificación), rutas y tiempos logísticos confiables, y un esquema de secado/calidad que le quite presión a su cuello de botella principal (secado). Si el proyecto logra "empaquetar" la oferta amazónica/orinoquense en formatos con primer grado de transformación y control de calidad, esta empresa podría convertirse en un comprador ancla, porque su portafolio de mercado (construcción e infraestructura) y su formalidad documental la hacen compatible con encadenamientos de largo plazo; el reto será que la promesa de continuidad y volumen sea verificable para que no choque con su necesidad de cumplir cronogramas y especificaciones técnicas.

Al aprovechar la capacidad de preservación y transformación de esta empresa, se garantiza que las maderas amazónicas de densidades medias y altas alcancen los estándares de durabilidad exigidos para proyectos de infraestructura. Su participación directa asegura el cumplimiento de las normas de seguridad y trazabilidad forestal, permitiendo que especies del bosque natural se conviertan en piezas de dimensiones especiales con resistencia mecánica comprobada. Esta suficiencia operativa resuelve la brecha de suministro de productos terminados de alto desempeño, facilitando la inserción técnica del recurso forestal en el mercado de madera de Bogotá y Cundinamarca.

6.4.1.7 Primadera SAS

Primadera SAS, ubicada en Gachancipá, sector La Aurora, se configura como una empresa transformadora de madera con una orientación clara hacia procesos de segunda transformación, particularmente desde la etapa de secado. Su operación se abastece de madera nacional y **presenta una capacidad instalada superior a 100 m³ mensuales**, lo que la ubica dentro del grupo de empresas con mayor escala operativa frente al conjunto de transformadores analizados. Esta condición, sumada a su volumen promedio mensual de comercialización superior a 50 m³, permite considerarla como un actor con potencial para absorber volúmenes relevantes de madera, especialmente si la oferta cumple condiciones de continuidad, calidad, legalidad y oportunidad logística.

Desde el punto de vista productivo, la empresa reporta maquinaria asociada a procesos de transformación y aprovechamiento de subproductos, como chipeadora, lijadora y prensa. El mantenimiento de la maquinaria se realiza de forma mensual, con actividades semanales de limpieza, lubricación, engrase y revisión general, mientras que el cambio de piezas y el afilado se efectúan cuando se requiere. El estado de la maquinaria se califica en 4/5, lo cual evidencia una condición operativa favorable. No obstante, el costo mensual de energía superior a $10 millones, asociado al uso de energía trifásica, indica una **operación intensiva en consumo energético**, posiblemente relacionada con procesos de secado, transformación y manejo de volúmenes significativos.

El **principal cuello de botella identificado por la empresa es el transporte**, aspecto especialmente relevante si se considera que la movilización de la madera se realiza por vía terrestre en tractomula y que el estado de las vías se percibe como malo. Esta situación puede incidir directamente en los costos, tiempos de entrega y confiabilidad del abastecimiento, particularmente si se proyecta una eventual articulación con proveedores de la Amazonía o la Orinoquía. Además, el gasto mensual en transporte supera los $10 millones y la empresa identifica el transporte como uno de los componentes directos de sus costos, lo que **confirma la importancia de diseñar esquemas logísticos eficientes y previsibles para cualquier relación comercial futura**.

En materia de abastecimiento, Primadera SAS utiliza fuentes diversas, entre ellas aserríos, bosque, camión, demoliciones, depósitos y reciclaje. Esta amplitud le permite acceder a diferentes tipos de materia prima, aunque también exige un mayor control sobre la trazabilidad, la calidad y la homogeneidad del material recibido. La empresa reporta que conoce el origen de la madera, principalmente del centro del país, y selecciona proveedores considerando factores como precio rentable, tiempos de entrega, calidad, permisos vigentes, origen verificable, variedad de especies, relación con proveedores conocidos, certificación FSC/PEFC, beneficios para las comunidades de origen y beneficios ambientales para los territorios proveedores.

En cuanto a especies, aunque la empresa marca el uso de especies nativas de origen certificado, especies nativas sin claridad sobre el origen y especies exóticas de plantaciones, en la identificación de especies frecuentes señala que no utiliza nativas y concentra su operación en especies exóticas como acacia, eucalipto y melina. Asimismo, indica que **la participación de especies nativas es menor al 25%**. Esta información muestra que su operación actual está fuertemente orientada hacia especies de plantación o materiales más estandarizados, lo cual puede facilitar procesos industriales, pero también **evidencia una oportunidad para introducir especies nativas de manera gradual**, siempre que se cuente con información técnica, estabilidad dimensional, legalidad demostrada y condiciones de suministro confiables.

La empresa adquiere madera en diferentes presentaciones, entre ellas bloque, rolliza, troza, tabla seca, tablones y estibas. Esta diversidad de formatos es coherente con una operación de transformación que puede recibir materia prima con distintos grados de procesamiento. El almacenamiento se realiza mediante encarrado horizontal, y el secado se efectúa en cámara con caldera de gas, lo que representa una ventaja técnica frente a empresas que

dependen únicamente del secado al aire libre. Sin embargo, la empresa no emplea inmunizantes de forma regular, por lo que, en caso de incorporar especies amazónicas u orinoquenses, sería necesario verificar previamente los requerimientos de durabilidad, uso final, exposición y tratamientos necesarios según el tipo de producto.

Frente a residuos y subproductos, Primadera SAS identifica **la transformación como el proceso que más genera residuos**. Aunque actualmente no comercializa aserrín, viruta ni retal, declara prácticas ambientales avanzadas, como reutilización de residuos, aprovechamiento de aserrín, acuerdos con empresas para la adquisición de subproductos, control de emisiones atmosféricas, tratamiento de aguas residuales o vertimientos, uso eficiente de energía y agua, optimización de cortes, medición periódica de kg de residuo por m³ de madera procesada, registro interno de trazabilidad, manejo de ruido y plan ambiental vigente. Esta estructura de gestión ambiental se refleja en una autoevaluación de compromiso ambiental de 5/5.

En el componente social, la empresa también reporta un nivel de compromiso de 5/5. Entre sus prácticas se encuentran la contratación formal del personal, la priorización de mano de obra local, la capacitación periódica en uso de elementos de protección personal y operación segura de maquinaria, programas de primer empleo para jóvenes en riesgo social, inclusión de mujeres en áreas técnicas u operativas, pagos oportunos a proveedores, apoyo a proveedores o emprendimientos para su formalización, capacitaciones en derechos humanos y prevención de violencias, capacitaciones a proveedores sobre madera legal, planes de contingencia ante incendios y programas de responsabilidad social empresarial. Estas prácticas **sugieren una estructura empresarial con sensibilidad frente a criterios sociales, aunque sería conveniente fortalecer la trazabilidad social en los territorios de origen de la madera**.

En el frente legal, Primadera SAS presenta un perfil sólido. Compra madera con salvoconducto y factura, cuenta con registro como transformador ante la autoridad ambiental, utiliza VITAL y SUNL, y reporta documentación vigente como registro mercantil, registro de transformador, permisos de aprovechamiento, salvoconducto de movilización, Cámara de Comercio, Seguridad y Salud en el Trabajo, RUT, sistema de gestión empresarial, Libro de Operaciones Forestales y guías de movilización. Este nivel de formalidad es relevante para su eventual vinculación con esquemas de abastecimiento legal, trazable y sostenible, especialmente si se busca conectar la oferta forestal de la Amazonía y la Orinoquía con empresas transformadoras de Cundinamarca.

Comercialmente, Primadera SAS vende principalmente a comercializadores, con destino en Bogotá y uso final orientado a muebles. Su posicionamiento en el mercado se apoya en comunicar atributos ambientales, ofrecer calidad en los productos, innovar y mantener precios competitivos. La rentabilidad reportada se ubica entre el 15% y el 20%, con un margen de ganancia por m³ entre más del 10% y hasta el 20%. Sus ingresos mensuales por venta de madera superan los $20 millones, y cuenta con acceso a crédito o financiamiento formal. Además, sus inversiones recientes y proyectadas se concentran en compra de maquinaria, lo que evidencia una orientación hacia el fortalecimiento de su capacidad productiva.

En cuanto a canales para conocer y adquirir ofertas de madera, la empresa considera muy efectivas las comunicaciones directas de proveedores habituales. También valora como bastante efectivas las cartas o catálogos por correo electrónico y medios físicos, los medios virtuales, los sistemas de información de entidades públicas, las ferias, las ruedas de negocio y los programas que promueven la madera legal. En contraste, considera poco efectivas las comunicaciones por transportadores, las visitas periódicas a aserríos o depósitos y los grupos de WhatsApp. Esto sugiere que **una estrategia de articulación comercial con Primadera SAS debería combinar contacto directo, información técnica formal, catálogos claros, ruedas de negocio y espacios institucionales respaldados por programas de madera legal**.

Respecto a su posible vinculación con proveedores de la Amazonía y la Orinoquía, Primadera SAS manifiesta interés condicionado, señalando que sí estaría interesada, pero requiere más información. Los mecanismos de vinculación que le resultan más atractivos son las alianzas comerciales y los acuerdos marco de precios. Para establecer acuerdos con proveedores de estas regiones, considera muy importantes el precio justo, la trazabilidad garantizada, la continuidad en el suministro, la calidad y especificaciones técnicas, los plazos de pago favorables, la relación comercial estable, el aporte a las comunidades y el aporte ambiental en los territorios de origen.

No obstante, la empresa también expresa una percepción negativa frente a proveedores de la Amazonía u Orinoquía, asociándolos con precios más altos. Además, **relaciona las maderas nativas provenientes de aprovechamiento sostenible con maderas que obligan a cambiar procesos, maderas ilegales, costosas, sin proveeduría constante, sin disponibilidad en altos volúmenes y con afectación sobre bosques naturales**. Estas percepciones constituyen una barrera significativa para la articulación comercial y evidencian la necesidad de trabajar en información técnica, demostración de legalidad, trazabilidad, estabilidad de suministro y comunicación sobre manejo forestal sostenible.

A pesar de estas reservas, Primadera SAS **reporta una intención de compra de especies nativas entre 20 y 50 m³ mensuales**, lo cual representa una oportunidad relevante si se logra reducir la incertidumbre frente a precio, origen legal, logística, tiempos de entrega y conocimiento de especies. Los incentivos que más podrían motivar su permanencia en una cadena de valor amazónica u orinoquense incluyen acceso a materia prima certificada, precios competitivos, nuevos mercados, ruedas de negocio, capacitación técnica, apoyo para certificación FSC/PEFC, maquinaria o cofinanciación, mejora de procesos, fondos de fortalecimiento, líneas de crédito verdes, madera con primer grado de transformación y programas sociales y ambientales que faciliten relaciones comerciales de largo plazo.

6.4.1.8 Maderas La 170 SAS

Maderas La 170 S.A.S., ubicada en Cota (vereda Pueblo Viejo, lote 3 – Shadday), se perfila como un actor con vocación principalmente **comercial y de distribución con valor agregado**, pero con un componente claro hacia **construcción/prefabricados** y fabricación de **elementos estructurales**, lo que la ubica en un punto intermedio entre el depósito especializado y el transformador orientado a producto. Su tipología declarada (comercial,

depósito de madera más allá de aserrado, empresa de construcción/prefabricados y comercializadora con proceso complementario) sugiere que su negocio se sostiene en la capacidad de **abastecer y responder rápido al cliente final**, combinando inventario, acondicionamiento y preparación de madera para usos constructivos y utilitarios. La capacidad instalada reportada (entre **50 y 100 m³/mes**) confirma una escala media-alta, con una base laboral pequeña (2 administrativas mujeres y 7 operativos hombres) que indica una operación compacta, donde la productividad por persona y la eficiencia de procesos se vuelven determinantes para sostener volúmenes y márgenes.

Desde el punto de vista operativo, la empresa muestra un desempeño fuerte en disciplina de mantenimiento y disponibilidad técnica. Declara mantenimiento "**diario**" y rutinas semanales de limpieza, engrase, revisión general, cambio de piezas y afilado, además de calificar el estado de su maquinaria en **5/5**. En la práctica, esto describe una organización que protege su continuidad operativa, minimiza paradas y busca asegurar calidad dimensional y seguridad en el trabajo. El parque de equipos (sierras en varias configuraciones, cepillo, planeadora, canteador, ruteadora, prensas, pulidora, tronzadora y aserríos vertical y horizontal, entre otros) está alineado con un negocio que, aunque no se declara "transformador" como categoría principal, sí realiza procesos de acondicionamiento y preparación que generan valor agregado para construcción y productos utilitarios. Su energía trifásica y un costo mensual entre **$1 y $3 millones** son consistentes con una operación activa y relativamente optimizada, sin evidenciar por ahora un peso energético tan alto como el de plantas con secado en cámara intensivo.

El abastecimiento de madera se concentra en **madera nacional**, adquirida en **bosque y camión**, con origen "del centro del país". Utiliza nativas certificadas y exóticas de plantación, excluyendo nativas sin claridad de origen, lo cual refuerza una lógica de formalidad en el suministro. Sin embargo, el porcentaje de uso de nativas es **menor al 25%**, de manera que su base de abastecimiento parece descansar principalmente en pino y eucalipto, mientras que las nativas (ocobo, sajo, higuerón, amarillo, achapo, abarco y cedro) aparecen como una línea complementaria. Este comportamiento es coherente con su cuello de botella declarado: **"precio y competitividad"**. A la vez, sus rangos de precio que reporta para nativas son altos: ordinarias entre **$3 y $5 millones/m³**, y semi-ordinarias y finas por encima de **$5 millones/m³**. Esa lectura sugiere que, para esta empresa, las nativas representan un componente costoso que exige una propuesta de valor clara (calidad, disponibilidad, estandarización, especificaciones técnicas y confianza) para que su inclusión sea rentable frente a alternativas de plantación.

La forma en que compra y maneja la madera evidencia un negocio que combina flexibilidad de abastecimiento con requisitos mínimos de legalidad: declara compra con **salvoconducto y factura**, uso de **VITAL/SUNL** y cuenta con **registro como transformador** ante la autoridad ambiental, además de tener al día la documentación clave (registro mercantil, Cámara de Comercio, RUT, SST, LOF, guías y permisos). Un punto a resaltar es que reporta no contar con sistema de gestión empresarial; para una empresa que aspira a sostener competitividad por precio, este vacío puede volverse un límite en control de costos, trazabilidad interna, estandarización de calidades y planeación de inventarios. Es decir, su formalidad legal está fuerte, pero su formalización "gerencial" o de

gestión podría fortalecerse para soportar mejor decisiones de compra, rotación, mermas y negociación de precios.

En materia de calidad y pérdidas, el diagnóstico es exigente. Reporta defectos frecuentes múltiples (rajada, insectos, torcida, mala dimensionada, húmeda, mal cortada, madera verde, “mala calidad”, estallada y hueca), lo cual es consistente con un abastecimiento que mezcla fuentes (bosque/camión) y con un secado principalmente **al aire libre**. La combinación de secado natural, alta diversidad de especies y compras por camión puede aumentar variabilidad en humedad y estabilidad dimensional, elevando reprocesos y desperdicios. Esto se refuerza con que el proceso que más residuos genera es el **corte**, y aunque comercializa aserrín, viruta y retal, los usos finales (cama animal y uso en casas) indican salidas tradicionales de baja sofisticación, útiles para reducir disposición pero con un potencial limitado de captura de valor. El almacenamiento en **encarrado vertical** puede ser positivo para orden y ventilación, pero el control de humedad seguirá siendo un factor crítico si el objetivo es mejorar calidad final y reducir reclamos o retrabajo.

En sostenibilidad, la empresa se autoevalúa con puntajes altos: **5/5** ambiental y **5/5** social. En lo ambiental, sus prácticas se concentran en reutilización de residuos, aprovechamiento de aserrín, uso eficiente de energía y manejo de ruido; es un paquete realista para su tamaño, aunque menos amplio que el de empresas con medición de residuos por m³, trazabilidad interna avanzada o control de emisiones/vertimientos. En lo social, se centra en contratación formal y capacitación en EPP y uso seguro de maquinaria, lo cual es valioso pero también evidencia que su enfoque social está más ligado a cumplimiento laboral y seguridad industrial que a esquemas amplios de relacionamiento con proveedores, comunidad o formación en derechos humanos. Esto se conecta con que declara no tener conocimiento sobre condiciones laborales de quienes aprovechan y extraen la madera, lo cual marca una oportunidad de fortalecimiento si el proyecto busca cadenas responsables en sentido integral (no solo legalidad y calidad del producto, sino debida diligencia social en origen).

Comercialmente, Maderas La 170 opera con ingresos por venta de madera superiores a **$20 millones/mes**, margen por m³ entre **10% y 20%** y una rentabilidad declarada entre **15% y 20%**. Aun así, su cuello de botella es precio/competitividad, lo que sugiere una presión fuerte del mercado: clientes sensibles al precio, competencia alta y/o dificultad para trasladar costos logísticos y de calidad al precio final. Esto también se refleja en que califica el estado de las vías como **mal estado**, con costos mensuales de transporte entre **$3 y $5 millones**, un componente relevante para su estructura de costos (transporte como costo directo). En sus estrategias para sostener mercado prioriza calidad, innovación y precios competitivos, lo que reafirma que compite en un triángulo exigente: mantener calidad y novedad sin perder precio.

De cara a la articulación con proveedores de Amazonía y Orinoquía, la empresa muestra interés condicionado: está dispuesta a vincularse como aliado “si, pero necesito más información”, quiere alianzas comerciales, y considera “muy importante” el precio justo, la calidad, los plazos de pago y la relación comercial estable; en cambio, ubica trazabilidad garantizada como “importante” y continuidad del suministro también como “importante”, no

como “muy importante”. Aun así, la principal barrera que declara para trabajar con nativas de esas regiones es **el precio**, y cuando se le ofrecen maderas de aprovechamiento sostenible las asocia a “muy costosas” y “difíciles de conseguir en altos volúmenes”, además de percibir que los proveedores de esas regiones ofrecen precios más altos.

Esto sugiere que, si se quiere involucrar a Maderas La 170 en la cadena amazónica/orinoquense, el camino más viable es un esquema de **entrada gradual**: acuerdos marco con precios y especificaciones claras, lotes de prueba que reduzcan incertidumbre de calidad (humedad, dimensionado, defectos), y una propuesta logística que mitigue el impacto del transporte. Su intención de compra de nativas (entre **10 y 20 m³/mes**) es una señal positiva para pilotos controlados: es un volumen suficiente para generar aprendizaje y una relación comercial real, pero no tan alto como para exigir desde el inicio una proveeduría masiva. En síntesis, es un aliado con base comercial sólida y buena capacidad operativa, pero altamente guiado por competitividad de precio; por tanto, la estrategia con esta empresa debe enfocarse en **cerrar la brecha de costos** (logística, clasificación, secado y estandarización) y en demostrar confiabilidad técnica y legal sin encarecer el producto final.

La especialidad técnica instalada en esta empresa de transformación secundaria garantiza que las maderas de densidades medias y altas procedentes de los núcleos amazónicos alcancen los estándares de precisión necesarios para acabados arquitectónicos. A través de este aliado se asegura la estabilidad dimensional de especies con veteados y granos pronunciados, permitiendo que el recurso forestal se convierta en elementos de carpintería fina que aprovechan su durabilidad natural y resistencia mecánica. Este proceso de manufactura técnica en la Sabana de Bogotá resuelve la brecha de calidad superficial identificada en los estudios de mercado, entregando productos terminados que no requieren tratamientos químicos para su desempeño en interiores y exteriores.

6.4.1.9 Maderas Bella Flor de La Sabana

Maderas Bella Flor de La Sabana, ubicada en Madrid (Km 27, vereda Potrero Grande), se perfila como un establecimiento de **escala pequeña** pero con un posicionamiento claro hacia **depósito de madera (más allá de aserrado) y prefabricados/construcción**, lo cual sugiere que su operación no se limita a revender, sino que busca atender necesidades de obra y de elementos estructurales para la Sabana. Su planta de personal es reducida (2 personas en administración y 10 operarios), y su capacidad instalada reportada (**más de 5 y hasta 20 m³/mes**) confirma un nivel de procesamiento bajo en comparación con empresas de mayor escala; sin embargo, esa escala puede ser consistente con un negocio especializado, de respuesta rápida, enfocado en clientes finales del territorio y en pedidos a la medida.

En el componente productivo, la empresa declara procesos de **segunda transformación (desde secado)** y artesanías/utilitarios, pero cuenta con un parque de maquinaria muy básico (sierra sinfín, sierra radial, motosierra y bolilladora). Esto indica que su “transformación” probablemente está centrada en **cortes, dimensionado simple y piezas específicas** (por ejemplo, vigas o elementos para exteriores), más que en líneas completas

de moldurado, cepillado o acabados industriales. Aun así, se evidencia una gestión operativa cuidadosa: reporta mantenimiento "diario", con rutinas semanales de limpieza y lubricación y revisión mensual, y califica el estado de su maquinaria en **4/5**, lo que sugiere equipos funcionales y relativamente bien conservados para su nivel de complejidad. Llama la atención que, pese a su baja capacidad instalada, declare costos de energía entre **$3 y $5 millones/mes** con energía trifásica; esto puede interpretarse como un costo fijo alto para su escala (tal vez por infraestructura del predio, equipos auxiliares o tarifas), lo cual vuelve más crítico sostener volúmenes estables y márgenes suficientes para cubrir gastos fijos.

El abastecimiento de madera se realiza principalmente a través de **transformadores de madera**, y declara que conoce el origen como "del centro del país". En cuanto a especies, la empresa afirma utilizar nativas de origen certificado, pero también nativas "sin claridad sobre el origen", y declara que las nativas representan **más del 75%** del consumo, con "sapan" como especie frecuente. Este punto es importante por dos razones: primero, su dependencia alta de nativas puede darle diferenciación comercial en ciertos nichos (durabilidad, uso exterior, preferencias del cliente), pero segundo, la presencia de nativas sin claridad de origen introduce un riesgo reputacional y de cumplimiento que puede afectar su proyección como proveedor estable para construcción/prefabricados. Adicionalmente, aparece una inconsistencia a revisar en el registro: marcó "no" en exóticas de plantación, pero más adelante menciona pino y eucalipto como exóticas usadas; esto sugiere que el negocio **sí usa exóticas** en alguna proporción, aunque su base principal sea nativa.

La empresa compra madera en presentaciones que facilitan su operación (bloque, tabla, pieza, rolliza y vigas), y no reporta compras en troza/árbol ni formatos más industriales (tableros, láminas, etc.), lo cual es coherente con un modelo que depende de insumo ya procesado por terceros. También es consistente con sus criterios de selección de proveedores, donde además de precio, tiempos y calidad, incluye un criterio clave: que el proveedor **"ya tenga un grado de transformación"** y que permita relaciones de largo plazo. En la práctica, esto suele indicar que el negocio quiere reducir incertidumbre técnica (humedad, escuadría, dimensionado) y concentrarse en la parte final de corte/ensamble y venta al cliente local.

En gestión de calidad y pérdidas, el proceso que más residuos genera es el **corte**, lo cual es típico en operaciones con dimensionado y ajuste en obra. Comercializa aserrín y viruta, pero no retal, y asigna usos finales de bajo valor (aserrín como leña, viruta para cama animal). Esto muestra una estrategia de aprovechamiento parcial: hay salida para finos (aserrín/viruta), pero el retal no aparece como comercializado (aunque luego se menciona "leña" para retal, lo cual también es una inconsistencia). Los defectos más comunes reportados (rajada, exceso de nudos, torcida, mal dimensionada, grietas, madera verde, estallada) apuntan a un desafío relevante: la madera llega con variabilidad de calidad y secado; además, como su secado principal es **al aire libre** y no usa inmunizantes, el control de humedad, estabilidad y durabilidad puede depender mucho de rotación de inventario, buenas prácticas de almacenamiento y selección cuidadosa de lotes.

En legalidad y trazabilidad, el negocio declara compra "con salvoconducto y factura", pero reporta incertidumbre en el punto crítico del **registro como transformador** ("no sé") y

marca “no” en “registro de transformador”. Asimismo, indica que no utiliza salvoconductos electrónicos (VITAL/SUNL) porque “no moviliza madera”, lo cual sugiere que su esquema logístico se apoya en que el proveedor/transportador moviliza con su documentación. Aun así, declara tener un conjunto amplio de documentos vigentes (registro mercantil, Cámara de Comercio, RUT, SST, sistema de gestión empresarial, LOF, guías, permisos, salvoconducto). Esta combinación es contradictoria en algunos ítems y vale leerla como una señal: el negocio **quiere mostrarse formal** y probablemente cumple con varios requisitos administrativos, pero puede tener vacíos o confusiones en los instrumentos específicos del eslabón forestal (registro de transformador, responsabilidades de movilización, consistencia documental según rol real como depósito/transformador).

En sostenibilidad, la autoevaluación es relativamente alta: **4/5** en compromiso ambiental y **5/5** en compromiso social. En ambiente, además de reutilización y aprovechamiento de subproductos, reporta prácticas más sofisticadas para su escala, como optimización de cortes, mediciones periódicas de kg de residuo/m³, registro interno de trazabilidad, manejo de ruido y plan ambiental vigente, además de uso eficiente de agua y energía y acuerdos con empresas para adquisición de subproductos. Este conjunto sugiere una intención clara de ordenamiento interno, incluso si la capacidad instalada es baja. En lo social, el portafolio de prácticas es amplio (contratación formal, mano de obra local, capacitaciones técnicas y en derechos humanos, inclusión de mujeres en áreas técnicas, pagos oportunos, apoyo a formalización de proveedores, capacitaciones a proveedores sobre madera legal, planes de contingencia, RSE). Para una empresa pequeña, este volumen de acciones habla de una **narrativa social fuerte** y de una cultura de cumplimiento; el punto débil, de nuevo, es que esa narrativa necesita sostenerse con coherencia documental en el componente forestal (origen verificable, rol como transformador o depósito, trazabilidad efectiva para nativas).

En su estrategia comercial, declara una rentabilidad **superior al 25%**, pero a la vez reporta un margen por m³ de 10%–20%. Esta diferencia puede interpretarse como que la rentabilidad global proviene de la mezcla de productos/servicios (prefabricados, instalación, distribución) o de eficiencia en la rotación y la logística local, más que del margen unitario de la madera. El negocio vende principalmente a consumidor final y se concentra en municipios de la Sabana, con usos finales en construcción, estructuras y locaciones exteriores. Señala que mantiene posición de mercado por calidad, precios competitivos y **distribución/entrega**, y reporta vías en “buen estado” y movilización en camión turbo, lo cual favorece un modelo de despacho ágil en el territorio y puede ser una ventaja frente a competidores con logística más lenta o dependiente de rutas deterioradas.

Finalmente, frente a la articulación con Amazonía/Orinoquía, aunque manifiesta interés condicionado (“sí, pero necesito más información”) y una intención de compra de nativas alta (más de 50 m³/mes), hoy asocia esas maderas con **ilegalidad** y no ha trabajado con proveedores de esas regiones. Sus barreras declaradas (desconocimiento de especies, desconfianza en origen legal y tiempos de entrega) son coherentes con un negocio que depende de cumplir obras y entregas locales: necesita continuidad, tiempos confiables y trazabilidad robusta. En ese sentido, si se buscara vincularlo a encadenamientos amazónicos/orinoquenses, esta empresa encajaría mejor en un esquema donde la madera

llegue con **transformación previa**, especificaciones claras (humedad, escuadría, clasificación), trazabilidad verificable y logística consolidada; de lo contrario, la percepción de riesgo (ilegalidad y demoras) puede pesar más que el potencial de compra.

6.4.1.10 Plásticos y Maderas Reciclables SAS

Plásticos y Maderas Reciclables SAS, ubicada en Soacha, se configura como una empresa de perfil integrado dentro de la cadena forestal-madera, en la medida en que combina actividades comerciales, depósito de madera más allá del aserrado y transformación de madera. Su actividad principal se concentra en carpintería —puertas, clósets, cocinas y productos similares—, comercialización con valor agregado y segunda transformación desde secado. Esta combinación le permite participar tanto en la compra y adecuación de materia prima como en la generación de productos con mayor nivel de elaboración, especialmente orientados a usos funcionales y comerciales.

La empresa cuenta con una estructura laboral amplia frente al conjunto de transformadores analizados, con 24 personas en actividades administrativas —16 mujeres y 8 hombres— y 37 personas en actividades operativas —2 mujeres y 35 hombres—. Esta base laboral evidencia una operación de escala considerable, con capacidad para sostener procesos productivos, comerciales y administrativos de manera diferenciada. Asimismo, **reporta una capacidad instalada superior a 100 m³ mensuales** y un **volumen promedio mensual de comercialización mayor a 50 m³**, lo que la ubica como un actor con potencial para absorber volúmenes relevantes de madera, siempre que se garanticen condiciones de abastecimiento, calidad y continuidad.

En términos productivos, la empresa dispone de una dotación amplia de maquinaria, que incluye sierra, cepillo, planeadora, sierra sinfín, sierra circular, sierra radial, sierra vertical, trompos, ruteadora, torno, lijadora, prensa y pistola neumática. El mantenimiento se realiza de manera mensual, con actividades semanales de limpieza, lubricación, engrase y revisión general, mientras que el cambio de piezas y el afilado se efectúan cuando se requiere. El estado de la maquinaria se califica en 4/5, lo que indica una condición operativa favorable. El uso de energía trifásica y un costo mensual de energía entre $5 y $10 millones reflejan una operación industrial con consumo energético importante, aunque inferior al de otras empresas de mayor intensidad en secado o transformación continua.

Los principales **cuellos de botella identificados por la empresa son los insumos y el abastecimiento**. Esta situación es coherente con una operación que depende de la disponibilidad oportuna de madera, materiales complementarios y condiciones comerciales estables para cumplir sus compromisos productivos. La empresa adquiere madera principalmente en aserríos y mediante reciclaje, lo que resulta consistente con su razón social y con su enfoque de aprovechamiento de materiales. Sin embargo, esta estrategia también exige controles rigurosos sobre calidad, humedad, trazabilidad y homogeneidad del material, especialmente cuando se busca mantener estándares de producción y responder a mercados más exigentes.

En materia de especies, la empresa reporta que utiliza especies exóticas de plantaciones, principalmente pino pátula y pino maximinoii, y **no declara uso actual de especies**

nativas. Aunque registra valores de referencia para especies nativas ordinarias, semiordinarias y finas en el rango de $500.000 a $1.000.000/m³, su operación actual se encuentra orientada hacia maderas de plantación y materiales con mayor estandarización. Esta condición puede representar una barrera inicial para la incorporación de maderas amazónicas u orinoquenses, pero también **una oportunidad si se logra presentar una oferta con especificaciones claras, secado adecuado, trazabilidad y formatos compatibles con sus procesos**.

La empresa adquiere madera en presentaciones diversas, entre ellas tabla, aglomerado, repisa, tablero, lámina, listón, tabla seca, tablones y estibas. Este rango de presentaciones muestra una operación flexible, vinculada tanto a procesos de carpintería como a usos industriales o comerciales específicos. El almacenamiento se realiza mediante encarrado vertical, y el secado se efectúa en cámara con caldera de gas, lo que representa una ventaja técnica frente a empresas que dependen de secado al aire libre. Además, utiliza insecticidas como tratamiento regular, aspecto relevante para controlar riesgos fitosanitarios y mejorar la durabilidad de los productos.

El proceso que más genera residuos o subproductos es el corte, lo cual es consistente con una actividad de carpintería y transformación secundaria. A diferencia de otras empresas que no comercializan sus residuos, Plásticos y Maderas Reciclables SAS comercializa aserrín, viruta y retal. El aserrín y la viruta se destinan principalmente a sitios de cría de animales, mientras que los retales se orientan a usos en casas. Esta práctica refuerza su **perfil de aprovechamiento de subproductos y economía circular, aunque todavía se ubica en usos de bajo valor agregado**. En todo caso, la empresa reporta prácticas ambientales como reutilización de residuos, acuerdos con empresas para adquisición de subproductos, uso eficiente de energía y agua, optimización de cortes y plan ambiental vigente.

En el componente legal, la empresa presenta un perfil formal y favorable para procesos de articulación comercial. Compra madera con salvoconducto y factura, cuenta con registro como transformador ante la autoridad ambiental y utiliza salvoconductos electrónicos como VITAL y SUNL. Además, reporta documentación vigente relacionada con registro mercantil, registro de transformador, salvoconducto de movilización, Cámara de Comercio, Seguridad y Salud en el Trabajo, RUT, sistema de gestión empresarial, Libro de Operaciones Forestales y guías de movilización. No obstante, no reporta permisos de aprovechamiento, lo cual es coherente con su rol principal como transformador y comprador, más que como actor directo del aprovechamiento forestal.

Su desempeño ambiental se autoevalúa en 5/5, lo cual se relaciona con prácticas de reutilización, aprovechamiento de subproductos, eficiencia energética, eficiencia hídrica, optimización de cortes y plan ambiental vigente. En el componente social, la empresa se califica en 4/5 y **declara prácticas como contratación formal del personal, priorización de mano de obra local, capacitación en elementos de protección personal y uso seguro de maquinaria, programas de primer empleo para jóvenes en riesgo social, inclusión de mujeres en áreas técnicas u operativas**, pagos oportunos a proveedores, apoyo a proveedores o emprendimientos para su formalización y planes de contingencia

ante incendios u otros riesgos. Adicionalmente, cuenta con certificaciones y reconocimientos como ICONTEC, ISO 9001, ISO 14001, Basura Cero e ISO 45001, lo que constituye una fortaleza importante frente a mercados que valoran calidad, gestión ambiental, seguridad y sostenibilidad.

Desde el punto de vista comercial, la empresa vende principalmente a comercializadores, con destino principal fuera del país, y orienta sus productos al uso final de protección de mercancías, materias primas y productos terminados. Esta orientación sugiere una conexión con mercados de embalajes, protección logística o componentes industriales, donde la funcionalidad, el cumplimiento de especificaciones y el precio competitivo son determinantes. En su estrategia de posicionamiento, la empresa destaca la calidad de los productos, la innovación y la oferta de precios competitivos.

En términos financieros, Plásticos y Maderas Reciclables SAS reporta una rentabilidad menor al 10% y un margen de ganancia por m³ de hasta el 10%, lo que **evidencia una operación de alto volumen, pero con márgenes relativamente ajustados**. Sus ingresos mensuales por venta de madera superan los $20 millones, y cuenta con acceso a crédito o financiamiento formal mediante banco comercial. Los costos de transporte superan los $10 millones mensuales, la movilización se realiza por vía terrestre en camión doble troque y el estado de las vías se considera regular. Esta estructura confirma **que la logística y el abastecimiento son factores sensibles para su rentabilidad y continuidad operativa**.

En cuanto a los canales para conocer y adquirir ofertas de madera, la empresa considera bastante efectivas las comunicaciones directas de proveedores habituales, la información recibida de transportadores, las visitas periódicas a aserríos o depósitos y la participación en programas que promueven la madera legal. En cambio, valora como nada efectivas las cartas o catálogos por correo electrónico o medios físicos, los medios virtuales, los sistemas de información de entidades públicas, los grupos de WhatsApp, las ferias y las ruedas de negocio. Esto indica que su relacionamiento comercial se apoya más en proveedores conocidos, interacción directa, canales operativos tradicionales y programas con respaldo de legalidad, que en mecanismos digitales o eventos comerciales generales.

Respecto a su posible vinculación con proveedores de la Amazonía y la Orinoquía, la empresa **manifiesta interés condicionado, señalando que sí estaría interesada, pero requiere más información**. Los mecanismos de vinculación que le resultan atractivos incluyen alianzas comerciales, acuerdos marco de precios, participación en proyectos regionales, asociatividad empresarial mediante clústeres o cooperativas y encadenamientos productivos. Para establecer acuerdos con proveedores de estas regiones, considera muy importantes el precio justo, la trazabilidad garantizada, la continuidad en el suministro, la calidad y especificaciones técnicas, los plazos de pago favorables y la relación comercial estable; asimismo, valora como importantes los aportes a las comunidades y al medio ambiente de los territorios de origen.

Aunque no ha trabajado con proveedores de la Amazonía o la Orinoquía, la empresa **asocia las maderas nativas provenientes de aprovechamiento sostenible con riesgos como ilegalidad, altos costos, falta de disponibilidad en grandes volúmenes y afectación de bosques naturales**. Estas percepciones evidencian una barrera de confianza que debe

ser abordada mediante información técnica, trazabilidad documental, demostración de legalidad, comunicación sobre manejo forestal sostenible y oferta con condiciones verificables. A esto se suman barreras expresamente señaladas por la empresa: precio, desconocimiento de especies, falta de secado adecuado, desconfianza en el origen legal, dificultades logísticas, tiempos de entrega y variabilidad del mercado.

A pesar de estas barreras, Plásticos y Maderas Reciclables SAS **reporta una intención de compra de especies nativas superior a 50 m³ mensuales**, lo cual representa una oportunidad significativa para una eventual articulación comercial. Su permanencia en una cadena de valor amazónica u orinoquense podría verse motivada por incentivos como acceso a materia prima certificada, precios competitivos, nuevos mercados, participación en ruedas de negocio, capacitación técnica sin costo, apoyo para certificación FSC/PEFC, acceso a maquinaria o cofinanciación, mejora de procesos y asesoría, fondos de fortalecimiento, líneas de crédito verdes, oferta de madera con primer grado de transformación y programas sociales y ambientales que faciliten relaciones comerciales de largo plazo.

6.4.1.11 Maderas plásticas Cobos

Maderas Plásticas Cobos, ubicada en Soacha, se configura como una empresa transformadora de madera con una orientación principal hacia el ensamble de madera, tableros y otras materias primas. Su operación se abastece de madera nacional y se apoya principalmente en materiales provenientes de reciclaje, lo cual le otorga un perfil particular dentro de la cadena, al combinar transformación, aprovechamiento de materiales recuperados y producción orientada a usos funcionales. Su actividad comercial se concentra especialmente en estibas, con destino a otros municipios de Cundinamarca y venta principal a otros transformadores.

La empresa cuenta con una estructura laboral amplia, integrada por personal administrativo y operativo, con una base operativa significativa. Esta condición permite inferir una **capacidad organizacional relevante para sostener procesos productivos continuos**. Asimismo, reporta una **capacidad instalada superior a 100 m³ mensuales**; sin embargo, el volumen promedio mensual de productos maderables comercializados se ubica entre 10 y 20 m³. Esta **diferencia entre capacidad instalada y volumen efectivamente comercializado** sugiere que la empresa podría contar con margen operativo para ampliar su producción o absorber mayores volúmenes, siempre que existan condiciones adecuadas de abastecimiento, almacenamiento, calidad y demanda.

Desde el punto de vista productivo, Maderas Plásticas Cobos dispone de una dotación amplia de maquinaria, que incluye sierra, cepillo, sierra circular, sierra radial, trompos, ruteadora, lijadora, prensa, pulidora, tronzadora, pistola neumática y taladro. El mantenimiento se realiza de manera trimestral, con actividades semanales de limpieza, lubricación, engrase, revisión general y cambio de piezas, mientras que el afilado se efectúa cuando se requiere. El estado de la maquinaria se califica en 5/5, lo que evidencia una condición técnica favorable y una base productiva adecuada para procesos de ensamble, corte, adecuación y transformación.

El **principal cuello de botella identificado por la empresa es el almacenamiento**. Esta situación resulta relevante porque, aunque cuenta con capacidad instalada alta, las restricciones para almacenar materia prima o producto terminado pueden limitar la posibilidad de incrementar volúmenes, programar compras de mayor escala o mantener inventarios suficientes para responder a la demanda. La movilización de la madera se realiza por vía terrestre en camión turbo y el estado de las vías se considera regular, pero el gasto mensual en transporte es inferior a $1 millón, lo que indica que, frente a otras empresas analizadas, la presión logística parece ser menor. En este caso, **el reto principal no se concentra tanto en transporte, sino en la gestión física del inventario y la disponibilidad de espacio operativo**.

En materia de abastecimiento, la empresa adquiere madera principalmente a través de reciclaje. Esta condición refuerza su perfil como actor vinculado al aprovechamiento de materiales recuperados y a prácticas de economía circular. No obstante, también implica que la calidad, humedad, dimensiones y homogeneidad del material pueden variar, por lo que el control técnico del insumo resulta fundamental para garantizar estabilidad en el producto final. La empresa reporta que conoce el origen de la madera, principalmente del centro del país, y selecciona proveedores con base en criterios concretos: permisos vigentes, origen verificable y que la madera ya tenga algún grado de transformación.

En cuanto a especies, la empresa no utiliza especies nativas y concentra su operación en especies exóticas de plantación, particularmente pino pátula. Aunque **señala una participación de nativas menor al 25%**, en la práctica declara no usarlas actualmente. Esta orientación hacia madera de plantación y material reciclado muestra una operación basada en insumos conocidos, disponibles y compatibles con sus procesos actuales, pero también evidencia una brecha frente al eventual uso de especies nativas de la Amazonía u Orinoquía. **La incorporación de estas especies requeriría un proceso previo de información técnica, pruebas de desempeño, garantía de legalidad y validación de compatibilidad con su línea de producción**.

La empresa adquiere madera en presentaciones como bloque, tabla, rolliza y repisa. Su almacenamiento se realiza mediante encarrado vertical y el secado se efectúa al aire libre. Este punto constituye una posible limitación técnica, especialmente si se considera que la empresa identifica como defecto común la madera húmeda. La ausencia de sistemas de secado en cámara puede afectar la estabilidad dimensional, el rendimiento en corte y la calidad del producto final, particularmente si se incorporaran especies nativas con comportamientos físicos distintos al pino pátula. Además, aunque declara el uso de hipoclorito como tratamiento asociado al secado de madera, sería recomendable revisar técnicamente su pertinencia, alcance y compatibilidad con los usos finales del producto.

El proceso que más genera residuos o subproductos es el corte. La empresa comercializa aserrín, viruta y retal; el aserrín y la viruta se destinan a sitios de cría de animales, mientras que los retales se usan como leña. Estas prácticas muestran aprovechamiento de subproductos, aunque en usos de bajo valor agregado. Adicionalmente, la empresa implementa prácticas ambientales relevantes, como reutilización de residuos, aprovechamiento de aserrín, acuerdos con empresas para adquisición de subproductos,

tratamiento de aguas residuales o vertimientos, uso eficiente de energía y agua, optimización de cortes, medición periódica de residuos por m³ de madera procesada, registro interno de trazabilidad y manejo de ruido. Esto se refleja en una autoevaluación ambiental de 5/5.

En el componente social, Maderas Plásticas Cobos también reporta un nivel de compromiso de 5/5. Entre sus prácticas se encuentran la contratación formal de todo el personal, la priorización de mano de obra local, la capacitación periódica en uso de elementos de protección personal y operación segura de maquinaria, pagos oportunos a proveedores, apoyo a proveedores o emprendimientos para su formalización, capacitaciones a colaboradores en derechos humanos y prevención de violencias, planes de contingencia ante incendios u otros riesgos y programas de responsabilidad social empresarial. Estas prácticas muestran una estructura interna favorable desde el punto de vista laboral y social.

En el frente legal, la empresa presenta un perfil formal robusto. Compra madera con salvoconducto y factura, cuenta con registro como transformador ante la autoridad ambiental y utiliza salvoconductos electrónicos como VITAL y SUNL. Además, reporta documentación vigente asociada a registro mercantil, registro de transformador, permisos de aprovechamiento, salvoconducto de movilización, Cámara de Comercio, Seguridad y Salud en el Trabajo, RUT, sistema de gestión empresarial, Libro de Operaciones Forestales y guías de movilización. Esta condición es relevante porque, aun cuando la empresa no manifiesta interés inmediato en vincularse con proveedores amazónicos u orinoquenses, sí cuenta con una base documental compatible con esquemas formales de abastecimiento legal y trazable.

Comercialmente, **la empresa vende principalmente a otros transformadores, con destino hacia otros municipios de Cundinamarca**, y su uso final declarado corresponde a estibas. Su posicionamiento en el mercado se apoya en la difusión de su participación en campañas que promueven el uso de maderas legales, la comunicación de atributos ambientales y sociales, la calidad ofrecida y la distribución para la entrega de sus productos. Esto muestra que la empresa reconoce valor en comunicar legalidad, sostenibilidad y capacidad logística, aspectos que podrían ser útiles si en el futuro se diseñan estrategias de diferenciación basadas en trazabilidad y economía circular.

En términos financieros, Maderas Plásticas Cobos reporta una rentabilidad comercial entre el 10% y el 15%, ingresos mensuales por venta de madera superiores a $20 millones y un margen de ganancia por m³ entre más del 10% y hasta el 20%. Cuenta con acceso a crédito o financiamiento formal y financia su actividad principalmente mediante proveedores nacionales. En el último año, su mayor inversión fue la compra de maquinaria, mientras que para el próximo año su mayor interés de inversión se orienta a la compra de madera. Esta combinación sugiere una empresa que ya ha fortalecido su capacidad productiva y que podría estar interesada en asegurar abastecimiento, aunque bajo condiciones de bajo riesgo y alta confianza.

En cuanto a canales para conocer y adquirir ofertas de madera, la empresa considera muy efectivas las comunicaciones directas de proveedores habituales, las visitas periódicas a aserríos o depósitos, los medios virtuales, los sistemas de información de entidades

públicas, las ferias, las ruedas de negocio y los programas que promueven la madera legal. En contraste, considera poco efectivas la información recibida directamente de transportadores, las cartas o catálogos por correo electrónico o medios físicos y los grupos de WhatsApp. Esto indica que una eventual estrategia de acercamiento debería combinar canales formales, información institucional, visitas técnicas, espacios comerciales y demostraciones verificables de legalidad.

Respecto a su posible vinculación con proveedores de la Amazonía y la Orinoquía, la empresa manifiesta que por ahora no está interesada. La razón principal señalada se relaciona con el riesgo de ilegalidad de la madera y la complejidad para conocer su procedencia. Esta respuesta es consistente con la asociación que hace de las maderas nativas provenientes de aprovechamiento sostenible, al relacionarlas principalmente con maderas ilegales. Además, declara no haber trabajado con proveedores de esas regiones y señala como barrera que desconoce este tipo de madera y no trabaja actualmente con madera nativa.

No obstante, **la empresa sí expresa disposición a participar en reuniones, talleres, ruedas de negocio u otros espacios de socialización del proyecto, y también manifiesta interés en recibir información técnica**. Esta aparente tensión —no estar interesada por ahora en vincularse comercialmente, pero sí estar dispuesta a informarse y participar— representa una **oportunidad para procesos de sensibilización gradual**. En particular, sería necesario trabajar en demostración de legalidad, trazabilidad del origen, explicación de los sistemas de control, fichas técnicas de especies, pruebas de uso y comparación con insumos actuales.

Aunque su **intención de compra de especies nativas se ubica entre 10 y 20 m³ mensuales**, la vinculación de Maderas Plásticas Cobos con una cadena amazónica u orinoquense requeriría primero **resolver barreras de confianza, conocimiento y compatibilidad productiva**. Para esta empresa, los factores más importantes en un eventual acuerdo serían precio justo, trazabilidad garantizada, continuidad en el suministro, calidad y especificaciones técnicas, plazos de pago favorables, relación comercial estable y aportes sociales y ambientales en los territorios de origen. Asimismo, los incentivos que podrían motivar su permanencia incluyen acceso a materia prima certificada, precios competitivos, nuevos mercados, ruedas de negocio, capacitación técnica, apoyo para certificación, acceso a maquinaria o cofinanciación, mejora de procesos, fondos de fortalecimiento, líneas de crédito verdes, madera con primer grado de transformación y programas sociales y ambientales de largo plazo.

6.4.1.12 Aglomaderas Bogotá SAS

Aglomaderas Bogotá SAS, ubicada en Soacha, se configura como una empresa con perfil comercial y de depósito de madera más allá del aserrado, con actividades asociadas al ensamble de madera, primera transformación y provisión o fabricación de elementos estructurales. Su operación se abastece de madera nacional y se orienta principalmente a usos en construcción y estructuras, con destino hacia municipios de la sabana y venta directa al consumidor final. Esta combinación la posiciona como un actor de escala

intermedia, con capacidad para atender demandas específicas de madera dimensionada, especialmente cuando se requieren piezas para aplicaciones constructivas.

La empresa reporta una **capacidad instalada mensual entre más de 5 y hasta 20 m³**, y un **volumen promedio mensual de comercialización entre 10 y 20 m³**. Esta relación muestra una operación relativamente ajustada entre capacidad productiva y volumen comercializado, lo que sugiere una empresa activa, pero con menor escala frente a otros transformadores de mayor volumen. Su base laboral está conformada por personal administrativo y operativo reducido, lo cual es consistente con una estructura empresarial pequeña, pero con experiencia en transformación y comercialización de madera para usos específicos.

Desde el punto de vista productivo, Aglomaderas Bogotá SAS cuenta con maquinaria básica y funcional para procesos de transformación, incluyendo sierra, cepillo, planeadora, sierra sinfín, sierra circular, sierra vertical, motosierra, cortadora y tronzadora. El mantenimiento de la maquinaria se realiza diariamente, con actividades semanales de limpieza, lubricación, engrase, revisión general, cambio de piezas y afilado. El estado de la maquinaria se califica en 4/5, lo cual evidencia una condición operativa favorable para su escala de trabajo. El uso de energía trifásica y un costo mensual entre $1 y $3 millones reflejan una operación con consumo energético moderado, coherente con su nivel de capacidad instalada.

Los **principales cuellos de botella identificados por la empresa son el secado y el transporte**. Esta situación resulta especialmente relevante porque la empresa realiza secado al aire libre y reporta defectos frecuentes asociados a humedad, torceduras, rajaduras, presencia de insectos, mal corte, baja calidad y piezas huecas. En este sentido, el secado constituye un punto crítico para mejorar estabilidad dimensional, calidad del producto y aceptación en usos constructivos. Asimismo, el transporte representa una limitación importante, dado que la movilización se realiza por vía terrestre en tractomula, el estado de las vías se considera malo y el gasto mensual en transporte se ubica entre $2 y $3 millones.

En materia de abastecimiento, la empresa adquiere madera principalmente en aserríos y mediante camión. Declara conocer el origen de la madera, principalmente del centro del país, y compra habitualmente con salvoconducto y factura. Para seleccionar proveedores, considera criterios como precio rentable, tiempo de entrega, calidad, permisos vigentes, origen verificable y variedad de especies. Estos criterios muestran una orientación práctica hacia la legalidad y la eficiencia comercial, aunque la dependencia de terceros para el financiamiento y la ausencia de crédito formal pueden limitar su capacidad de negociación, compra anticipada o ampliación de inventarios.

En cuanto a especies, Aglomaderas Bogotá SAS trabaja tanto con especies nativas de origen certificado como con especies exóticas de plantación. **La participación de especies nativas se ubica entre el 25% y el 50%**, destacándose el uso de higuerón y ceiba; mientras que entre las especies exóticas emplea pino pátula y ciprés. Esta composición evidencia una empresa con mayor cercanía al uso de especies nativas frente a otros transformadores que trabajan exclusivamente con madera de plantación. Sin embargo, su experiencia con

nativas parece concentrarse en especies conocidas dentro de su mercado habitual, por lo que la incorporación de especies amazónicas u orinoquenses requeriría información técnica, trazabilidad, pruebas de desempeño y garantía de suministro.

La empresa adquiere madera en presentaciones como bloque, rolliza, planchón, troza y árbol. Esta diversidad de formatos indica cierta capacidad para recibir madera con diferentes niveles de procesamiento, aunque también incrementa la necesidad de controlar calidad, humedad, dimensiones y rendimiento en corte. Los rangos de precios reportados para madera nativa son superiores frente a otros perfiles: entre $1 y $3 millones/m³ para especies ordinarias, entre $3 y $5 millones/m³ para semiordinarias y más de $5 millones/m³ para especies finas. Esto muestra que la empresa reconoce diferenciales de valor según la categoría de la madera, lo cual podría ser relevante para posicionar especies con atributos técnicos o estéticos diferenciados.

El proceso que más genera residuos o subproductos es el corte. La empresa comercializa aserrín, viruta y retal; el aserrín y la viruta se destinan a sitios de cría de animales, mientras que los retales se usan en casas. Estas prácticas permiten aprovechar subproductos y reducir desperdicios, aunque se mantienen en usos de bajo valor agregado. En materia ambiental, la empresa reporta reutilización de residuos, aprovechamiento de aserrín, uso eficiente de energía y agua, y manejo de ruido, con una autoevaluación de compromiso ambiental de 5/5. No obstante, frente a empresas con sistemas ambientales más estructurados, se observa margen para fortalecer mediciones, trazabilidad interna, manejo de residuos y planes ambientales más completos.

En el componente social, Aglomaderas Bogotá SAS también se autoevalúa con un nivel de compromiso de 5/5. Sus prácticas incluyen contratación formal del personal, priorización de mano de obra local y pagos oportunos a proveedores de madera. Aunque estas acciones son positivas, el alcance social reportado es más limitado que el de otras empresas que incluyen capacitaciones, programas de responsabilidad social o apoyo a proveedores. Adicionalmente, la empresa declara no tener certificaciones, reconocimientos o avales de confianza, lo cual representa una oportunidad de mejora si se busca fortalecer su posicionamiento en cadenas que valoren legalidad, sostenibilidad y trazabilidad verificable.

En el frente legal, la empresa presenta una base favorable, pues cuenta con registro como transformador ante la autoridad ambiental y reporta documentación vigente como registro mercantil, registro de transformador, permisos de aprovechamiento, salvoconducto de movilización, Cámara de Comercio, RUT, Libro de Operaciones Forestales y guías de movilización. Sin embargo, el uso de VITAL y SUNL se realiza solo algunas veces, y tanto el componente de Seguridad y Salud en el Trabajo como el sistema de gestión empresarial se encuentran en trámite. Esto indica que, aunque existe una estructura formal relevante, todavía hay oportunidades para fortalecer el cumplimiento documental y la sistematización de sus procesos de gestión.

Comercialmente, Aglomaderas Bogotá SAS vende principalmente a consumidores finales, con destino hacia municipios de la sabana y usos finales en construcción y estructuras. Su principal estrategia de posicionamiento es la calidad ofrecida en sus productos. La **rentabilidad comercial reportada se ubica entre el 15% y el 20%, con ingresos**

mensuales por venta de madera superiores a $20 millones y margen de ganancia por m³ entre más del 10% y hasta el 20%. Sin embargo, la empresa no cuenta con acceso a crédito o financiamiento formal y financia su actividad mediante terceros, lo cual puede limitar su capacidad para asumir compras de mayor volumen o acuerdos comerciales que impliquen pagos anticipados.

En cuanto a los canales para conocer y adquirir ofertas de madera, la empresa considera muy efectivas las comunicaciones directas de proveedores habituales. También valora como bastante efectivas la información recibida de transportadores, las visitas periódicas a aserríos o depósitos, la asistencia a ferias, las ruedas de negocio y la participación en programas que promueven la madera legal. En cambio, considera poco efectivos los catálogos por correo electrónico o medios físicos, los medios virtuales, los sistemas públicos de información y los grupos de WhatsApp. Esto sugiere que cualquier estrategia de acercamiento debe privilegiar canales directos, espacios presenciales o comerciales respaldados institucionalmente, y demostraciones claras de legalidad y calidad.

Respecto a su posible vinculación con proveedores de la Amazonía y la Orinoquía, la empresa **manifiesta interés condicionado, señalando que sí estaría interesada, pero requiere más información**. Los mecanismos de vinculación que le resultan más atractivos son las alianzas comerciales y la participación en proyectos regionales. Para establecer acuerdos con proveedores de estas regiones, considera muy importantes el precio justo, la trazabilidad garantizada, la continuidad en el suministro, la calidad y especificaciones técnicas, los plazos de pago favorables y la relación comercial estable; y considera importantes los aportes a las comunidades y al medio ambiente de los territorios de origen.

No obstante, la empresa presenta una percepción negativa frente a proveedores de la Amazonía y la Orinoquía, asociándolos con posibles prácticas ilegales. Además, al referirse a las maderas nativas provenientes de aprovechamiento sostenible, las asocia con maderas ilegales y con falta de proveeduría constante. Sus principales barreras para trabajar con especies nativas de estas regiones son el precio y la desconfianza en el origen legal. Esto evidencia que, **aunque existe interés inicial, la relación comercial solo sería viable si se reduce de manera clara la incertidumbre sobre procedencia, trazabilidad, legalidad y continuidad del abastecimiento**.

La **intención de compra de madera de especies nativas para sus procesos se ubica entre 5 y 10 m³ mensuales**. Aunque este volumen no es alto frente a empresas de mayor escala, puede ser relevante para una estrategia de entrada gradual, validación técnica o compras piloto. Los incentivos que podrían motivar su permanencia en la cadena incluyen, con prioridad alta, acceso a materia prima certificada, precios competitivos, participación en ruedas de negocio y, en menor grado, acceso a nuevos mercados, capacitación técnica, apoyo para certificación, maquinaria o cofinanciación, mejora de procesos, fondos de fortalecimiento, líneas de crédito verdes, madera con primer grado de transformación y programas sociales y ambientales de largo plazo.

7 CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA

7.1 Núcleos de Desarrollo Forestal y Biodiversidad de la Amazonía y Orinoquia

En el marco del objetivo de esta consultoría, los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad —NDFyB— representan una de las figuras con mayor trayectoria y fortalecimiento en la organización de productores que realizan aprovechamiento sostenible de madera proveniente de bosques naturales. Estos núcleos cuentan con procesos de manejo forestal, permisos y capacidades organizativas que los habilitan para proveer madera legal y trazable a distintos mercados, incluidos los municipios del departamento de Cundinamarca.

En términos generales, los NDFyB corresponden a áreas estratégicas establecidas en zonas de alta deforestación, en las cuales se promueve un modelo de manejo forestal comunitario sostenible orientado a contener la pérdida de bosques (Visión Amazonía, 2025). Dicho modelo articula acuerdos con comunidades locales, planes de manejo forestal de largo plazo, procesos de reconversión productiva y actividades económicas legales —maderables, no maderables y de ecoturismo— que permiten generar ingresos sin promover la tala indiscriminada de la selva (Visión Amazonía, 2025).

En cuanto a su alcance territorial, para el periodo 2024–2025 Colombia contaba con 28 NDFyB distribuidos en diez departamentos, de los cuales 18 se ubicaban en la Amazonía y la Orinoquía (Visión Amazonía, 2025). Asimismo, a partir del análisis de la información geográfica del SIAC sobre la ubicación de los NDFyB y su cruce con los polígonos de resguardos indígenas, se identificó que 20 NDFyB se traslapan o se relacionan espacialmente con 79 resguardos indígenas, en los que confluyen 31 pueblos indígenas. Esto evidencia la relevancia territorial, social y cultural de esta figura.

Ahora bien, frente al permiso de aprovechamiento forestal, es importante precisar que la autoridad ambiental competente revisa la titularidad del predio, las condiciones del área, la documentación técnica y los requisitos aplicables según la normatividad forestal vigente. En los casos en que los NDFyB se relacionan con territorios colectivos, como resguardos indígenas, dicha autoridad realiza las verificaciones correspondientes sobre la conformación del núcleo, los instrumentos de manejo y las condiciones necesarias para autorizar el aprovechamiento forestal.

En este contexto, debe aclararse que el otorgamiento de un permiso de aprovechamiento forestal en territorios de comunidades indígenas no implica, por sí mismo, la realización de una consulta previa. Esta situación difiere de otros instrumentos, como la concesión forestal campesina, que puede requerir instancias específicas de participación, tales como audiencias u otros espacios procedimentales, aunque no necesariamente bajo las mismas reglas aplicables a los procesos de licenciamiento ambiental.

Por lo anterior, la existencia de un permiso de aprovechamiento forestal otorgado por la autoridad ambiental competente permite entender que el proceso ha surtido las verificaciones técnicas, jurídicas y ambientales requeridas para el manejo forestal

autorizado. En consecuencia, la articulación comercial con NDFyB conformados por comunidades indígenas, afrodescendientes o campesinas debe partir del reconocimiento de que estos actores cuentan con una habilitación formal para el aprovechamiento y la comercialización de madera bajo criterios de legalidad.

De esta manera, la vinculación comercial con estos núcleos no debe asumirse como un riesgo procedimental derivado del tipo de comunidad que los conforma, sino como una oportunidad para fortalecer cadenas de valor legales, trazables y sostenibles. No obstante, cualquier relación comercial deberá asegurar que la madera provenga de áreas autorizadas, cuente con los respectivos soportes documentales, cumpla los permisos de movilización y mantenga la trazabilidad exigida por la normatividad forestal colombiana.

En el siguiente anexo se enumeran los NDFyB que en el país se relacionan con comunidades indígenas.

Anexo 6. Listados de NDFyB donde confluyen pueblos indígenas.

En los siguientes numerales se presentan los NDFyB activos en las regiones de **Amazonía** y **Orinoquía**.

7.1.1 Núcleos de Desarrollo Forestal en la Amazonía Colombiana

En la región amazónica (departamentos de **Caquetá**, **Guaviare** y **Putumayo**, entre otros) se concentran la mayoría de los núcleos, dado que allí se ubica el “arco de deforestación”. Sus objetivos comunes son frenar la tala ilegal, **conservar los bosques amazónicos** y crear **economías forestales sostenibles** que mejoren la calidad de vida local (Visión Amazonía, 2025). Los actores clave incluyen el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (programa REM Visión Amazonía[1]), las autoridades ambientales (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia - CORPOAMAZONIA y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico - CDA), institutos de investigación (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt) y, ante todo, las **comunidades campesinas e indígenas** que gestionan el bosque (Visión Amazonía, 2025).

Departamento de Caquetá: Se han conformado varios núcleos en zonas críticas de deforestación:

- *NDF Nueva Ilusión* (Remolino del Caguán, municipio de Cartagena del Chairá): involucra 144 familias campesinas en ~30.000 ha de bosque (Visión Amazonía, 2025). Su objetivo es establecer un Plan de Manejo Forestal Comunitario con acuerdos de conservación y límites claros, conciliando la protección del bosque con

[1] Es un acuerdo de cooperación entre el Gobierno de Colombia y los gobiernos de **Alemania**, **Noruega** y el **Reino Unido**, en el que se pagan incentivos por resultados verificados en la reducción de la deforestación en la Amazonía colombiana.

el bienestar comunitario (Visión Amazonía, 2025). Este núcleo se relaciona con el Resguardo Indígena Coreguaje de La Teofila.

- *NDF Oro Tuyo* (vereda Orotuya, Solano): iniciado por 33 familias, maneja ~10.000 ha de selva de forma sostenible con autorización ambiental. Es un caso exitoso de **aprovechamiento legal de madera**, avanzando hacia certificación FSC para acceder a mejores mercados. Esto demuestra que es posible producir madera **certificada y trazable** desde bosques naturales en Colombia (Visión Amazonía, 2025).
- *Núcleos Aguas Claras – Yarí* (zona de San Vicente del Caguán): en consolidación a partir de dos focos activos de deforestación vecinos denominados *"El Camuya"* y *"Ciudad Yarí"*. Las comunidades locales, con apoyo de Visión Amazonía, buscan replicar el modelo forestal sostenible en esta área de frontera agrícola. Se estima la participación de ~180 familias en acuerdos para conservar el bosque y reconvertir actividades como la ganadería extensiva (Visión Amazonía, 2025).
- *NDF Bajo Caguán – Paraíso Amazónico* (Bajo río Caguán, Caquetá): núcleo creado con orientación de Patrimonio Natural y Corpoamazonia, enfocado en forestería comunitaria en la cuenca baja del Caguán (Red Expertos, 2025). Incluye veredas como La Paz, Bajo Caguán y zonas de alta biodiversidad ("Paraíso Amazónico"). Su objetivo es combinar la protección de fauna/flora con actividades productivas sostenibles (p.ej. aprovechamiento maderable de bajo impacto y productos no maderables como frutos silvestres) – actualmente se avanza en la formulación de su Plan de Manejo Forestal (Patrimonio Natural, 2023). Se relaciona con el Resguardo Indígena Murui - Witoto de Aguas Negras.
- *Otros núcleos en Caquetá:* **El Camuya** (se relaciona con el Resguardo Indígena Pijao, Tucano y Piratapuyo Llanos Del Yari - Yaguara II), **Cuemaní** y **Solano** (se relaciona con el Resguardo Indígena Coreguaje de Jerico-Consaya y el Resguardo Indígena Coreguaje de La Teofila), que corresponden a núcleos adicionales identificados en este departamento (Red Expertos, 2025). Todos comparten la meta de frenar la deforestación galopante en Caquetá mediante el manejo forestal comunitario. Las instituciones locales (Corpoamazonia, alcaldías) y programas nacionales aportan capacitación, acompañamiento técnico, así como el Incentivo Forestal Amazónico – IFA, para apoyar a las familias que mantienen el bosque en pie (Visión Amazonía, 2025).

Departamento del Guaviare: Esta región de **Amazonía noroccidental** ha sido pionera en NDF. Allí la **Corporación CDA** (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico) y el MinAmbiente han trabajado con colonos e indígenas para reconvertir antiguos enclaves de tala en núcleos productivos sostenibles (Visión Amazonía, 2025). Se destacan los siguientes:

- *NDF Los Puertos* (municipio de Calamar, Guaviare): primer núcleo creado (2018) con 23 familias campesinas de las veredas Puerto Polaco y Puerto Cubarro. Cuenta con **Plan de Manejo Forestal Comunitario** aprobado para 6.291 ha por 25 años.

Su enfoque principal es el aprovechamiento de madera **legal y sostenible**: la comunidad recibió capacitación en oficios madereros y formó la cooperativa **Coagroitilla** para transformar y comercializar madera, actualmente en proceso de certificación FSC. Gracias a este núcleo, la comunidad de Calamar se ha empoderado como guardián del bosque y ejemplo nacional de economía forestal sostenible (Visión Amazonía, 2025).

- *NDF Agua Bonita* (Calamar, Guaviare): surgió motivado por el éxito de Los Puertos, agrupando a los habitantes de **17 veredas y 3 resguardos indígenas** vecinos. Cubre un bloque de más de **188.000 ha de bosque** continuo. Actualmente las ~180 familias del núcleo reciben asistencia técnica agroambiental y el **Incentivo Forestal Amazónico (IFA)** por conservar su bosque, mientras formulan un plan de manejo comunitario conjunto. Este núcleo integra además educación ambiental (*Escuela de Selva*) y proyectos de seguridad alimentaria para mejorar la calidad de vida local (Visión Amazonía, 2025). Este núcleo se relaciona con el Resguardo Indígena Tucano de Barranquillita y el Resguardo Indígena Tucano de La Yuquera.
- *NDF Charras* (San José del Guaviare) & *NDF Miraflores* (Miraflores, Guaviare): abarcan áreas selváticas colonizadas en décadas pasadas. Con apoyo de Visión Amazonía y CDA, sus comunidades están implementando planes de aprovechamiento forestal y acuerdos de no-deforestación. Ya se han vinculado al mercado: en 2024 se firmaron cartas de intención de compra de madera entre empresarios nacionales y los NDF de **Charras, Miraflores, Kuway–Nueva York**, entre otros (Red Expertos, 2025). Este núcleo se relaciona con los siguientes resguardos:
    - Resguardo Indígena Barranco Ceiba Y Laguna Araguato
    - Resguardo Indígena Guahibo de Caño Negro
    - Resguardo Indígena Guayabero de Barranco Colorado
    - Resguardo Indígena Guayabero La Fuga
    - Resguardo Indígena Nukak Maku
    - Resguardo Indígena Sikuani, Siriano, Carapano, Desano y Tucano de Cachivera Del Nare
    - Resguardo Indígena de Puerto Monfort
    - Resguardo Indígena de Puerto Viejo y Puerto Esperanza
    - Resguardo Indígena Tucano de Barranquillita
    - Resguardo Indígena Tucano de La Yuquera
- *NDF Kuway – Nueva York* (Guaviare): cubre veredas de colonos en el municipio de El Retorno/Miraflores. Se orienta al aprovechamiento maderable legal, y junto con Charras y otros, ha logrado interés comercial de industrias de la madera sostenible (Red Expertos, 2025). Este núcleo se relaciona con el Resguardo Indígena Nukak Maku y con el Resguardo Indígena Tucano de La Yuquera.
- *NDF Angoleta* y *NDF Chuapal – Manavires* (Guaviare): núcleos que involucran comunidades rurales e indígenas del Guaviare (Red Expertos, 2025). Sus objetivos incluyen el manejo de bosques con alto valor de conservación (posiblemente integrando territorios indígenas) y la generación de ingresos mediante productos no

maderables (resinas, frutos amazónicos) y servicios ambientales. Estas iniciativas en Guaviare cuentan con respaldo de la alcaldía de Calamar, el SENA regional y otras entidades, que han cofinanciado infraestructura (un **centro de transformación de madera** o *"Ekosede"*) y programas de capacitación (Visión Amazonía, 2025).

- *NDF R.I. Llanos del Yarí – Yaguará II* (Guaviare): núcleo ubicado en el **resguardo indígena Llanos del Yarí – Yaguará II**, territorio indígena en la frontera entre Guaviare, Meta y Caquetá (Red Expertos, 2025). Aquí se busca combinar la gobernanza indígena con la conservación del bosque y proyectos productivos culturalmente adecuados. Dado el estatus de resguardo, la prioridad son los **servicios ecosistémicos**: pago por conservación, turismo de naturaleza comunitario y aprovechamiento tradicional no maderable, más que la extracción comercial de madera (salvo en acuerdos controlados). Este núcleo es parte de los esfuerzos por proteger los bosques Nukak-Yarí y cumplir medidas judiciales de restitución de tierras a pueblos indígenas de la zona (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MinAgricultura], 2023). Este núcleo se relaciona con el Resguardo Indígena Pijao, Tucano y Piratapuyo Llanos Del Yari - Yaguara II.

Departamento de Putumayo: En la Amazonía suroccidental también se han establecido NDFyB con el liderazgo de **Corpoamazonia**. Entre ellos:

- *NDF Las Perlas* (Putumayo): ubicado en una zona de bosques al norte del departamento (Red Expertos, 2025). Se enfoca en manejo forestal comunitario para proveer alternativas a economías ilícitas locales. Es posible que integre proyectos de caucho natural, aceites amazónicos o ecoturismo, dado el potencial biodiverso del área. Este núcleo se relaciona con Resguardo Indígena Paez de El Descanso.
- *NDF Mecaya* (cuenca del río Mecaya, Putumayo): desarrollado en una región selvática accesible principalmente por vía fluvial. Involucra comunidades ribereñas en el aprovechamiento sostenible de bosques inundables y tierras bajas. Según reportes de monitoreo, en 2024 este núcleo presentó reducciones en deforestación tras implementar acuerdos locales (SINCHI, 2025). Su nombre alude al río Mecaya, conocido por sus comunidades indígenas y campesinas dedicadas históricamente a la pesca y recolección forestal. Este núcleo se relaciona con el Resguardo Indígena Bekocha Guajira, el Resguardo Indígena Coreguaje de Consara – Mecaya, y el Resguardo Indígena Nasa Kiwe del Pueblo Nasa.
- *NDF Villa Catalina* (Putumayo): núcleo que agrupa veredas de la zona de Villagarzón o Puerto Guzmán (centro del departamento) (Red Expertos, 2025). Forma parte de la estrategia de "corazón de la Amazonía" liderada por Visión Amazonía. Sus objetivos incluyen reforestar áreas degradadas y consolidar cadenas de valor en productos forestales. Se relaciona con el Resguardo Indígena Inga Villa Catalina de Puerto Rosario.

7.1.2 Núcleos de Desarrollo Forestal en la Orinoquía Colombiana

En la **región Orinoquía** (Llanos Orientales) la deforestación se concentra en las áreas boscosas al piedemonte andino-amazónico y sabanas arbóreas. Allí también se han impulsado núcleos de desarrollo forestal, especialmente en el departamento del **Meta** (sur del Meta, zona de La Macarena) y recientemente en **Arauca**. Su énfasis es similar: frenar la expansión de la frontera agropecuaria y las quemas, mediante planes productivos forestales con las comunidades locales.

Departamento del Meta: Este departamento alberga extensos bosques en su mitad sur, que representan el **41% del área de bosque aprovechable dentro de los NDF del país** (Red Expertos, 2025). Los núcleos aquí sirven de **puente ecológico** entre Andes, Amazonía y los llanos, y cuentan con participación activa de Parques Nacionales Naturales de Colombia - PNN debido a la presencia de áreas protegidas. Principales NDF en Meta:

- *NDF PNN Sierra de La Macarena* (Meta): Ubicado en la periferia del Parque Nacional Natural Sierra de La Macarena (municipios La Macarena, San Juan de Arama, Vista Hermosa). Es gestionado conjuntamente por Parques Nacionales, Instituto SINCHI y la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena - Cormacarena. Su objetivo principal es proteger esta zona de altísima biodiversidad (donde convergen especies andinas, amazónicas y orinoquenses) integrando a las comunidades campesinas en la conservación. Se han firmado **acuerdos locales de conservación** con pobladores para no deforestar y, a cambio, reciben incentivos como Pagos por Servicios Ambientales y asistencia en proyectos productivos sostenibles (p. ej. cultivos de cacao bajo sombra, meliponicultura, turismo comunitario en Caño Cristales y otros atractivos) (SINCHI, 2025b). Este núcleo es estratégico por su ubicación geográfica: mantiene corredores biológicos vitales *Andes–Orinoquía–Amazonía* y está relativamente cercano a Cundinamarca (a ~280 km de Bogotá) (SINCHI, 2025b).
- *NDF PNN Tinigua* (Meta): Ubicado alrededor del Parque Nacional Natural Tinigua (entre La Macarena y La Uribe, Meta). Tiene características similares al anterior, pues Tinigua conecta la sierra de La Macarena con la Amazonía central (Parque Chiribiquete). Aquí Parques y SINCHI han trabajado con comunidades de antiguos asentamientos en crear una economía forestal basada en la **no deforestación**. El sistema de monitoreo participativo *MoSCAL* ha mostrado tanto los avances como desafíos: entre 2024 y 2025 se perdieron ~8.276 ha de bosque en este núcleo (principalmente por incendios y expansión de pastos) (SINCHI, 2025b), pero *los predios con Acuerdos de Conservación se mantuvieron con cobertura boscosa*, evidenciando el efecto positivo de la gobernanza local en medio de presiones externas (SINCHI, 2025b). Los productos/servicios promovidos incluyen turismo de naturaleza (avistamiento de flora y fauna), investigación científica colaborativa y posibles aprovechamientos no maderables (frutos, semillas) en zonas permitidas, siempre bajo la premisa de conservar el parque Tinigua. Este núcleo se relaciona con el Resguardo Indígena Embera-Katio de La Julia.

- *NDF Mapiripán* (Mapiripán, Meta): Cubre gran parte de los bosques de galería y selvas de transición en el extremo suroriental del Meta (límites con Guaviare y Vichada) (Red Expertos, 2025). Es una zona históricamente aislada donde se están formalizando asentamientos campesinos. El núcleo busca ordenar el territorio forestal de Mapiripán, evitando la deforestación descontrolada para ganadería. Sus objetivos incluyen: dotar a la comunidad de un plan de manejo de bosques, establecer **concesiones forestales comunitarias** en bosques naturales y fomentar sistemas agroforestales en sabanas degradadas. Actores: Cormacarena junto a la Alcaldía de Mapiripán, con apoyo del programa Visión Amazonía (fase II) – de hecho, se priorizó a Mapiripán en la formulación de Planes de Ordenación Forestal para ~2 millones de hectáreas de Amazonia-Orinoquia (Visión Amazonía, 2025). En cuanto a productos, se espera desarrollar una cadena de valor de **madera legal** (dada la abundancia de especies maderables en bosques de tierra firme) y posiblemente proyectos de biocomercio (p.ej. aceites vegetales, caucho natural). Dada su lejanía, el transporte fluvial por el río Guaviare es importante para movilizar productos hacia centros como San José del Guaviare y de allí por carretera a Bogotá. Este núcleo se relaciona con el Resguardo Indígena Guahibo de Alto Unuma y Resguardo indígena Guayaberos de Macuare.

Departamento de Arauca: En el piedemonte llanero del norte (municipios como Tame y Saravena) también existían "núcleos activos de deforestación" asociados a expansión agropecuaria. La estrategia nacional 2023–2026 incluye convertirlos en un *Núcleo de Desarrollo Forestal*.

- *NDF Sarare* (Arauca): Corresponde a la cuenca del río Sarare, en límites entre Arauca y Boyacá. El **Plan Integral de Contención de la Deforestación 2023–2026** del MinAmbiente plantea que Sarare se transforme en un núcleo de desarrollo forestal sostenible, con acuerdos sociales y productivos para frenar la pérdida de selvas en esta región de Orinoquía (MinAmbiente, 2023). Aunque a 2025 está en fase inicial, se proyecta involucrar a comunidades campesinas (muchas de ellas beneficiarias del Programa Nacional Integral de Sustitución de Cultivos de Uso Ilícito - PNIS o Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial - PDET tras el conflicto) en actividades de **reforestación, sistemas silvopastoriles y manejo de bosques naturales residuales**. La corporación ambiental Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía **- Corporinoquia** y autoridades locales serían actores clave en su implementación. Por su ubicación, el Sarare tiene cercanía logística con el centro del país: está conectado por la vía Marginal de la Selva y carreteras de los Llanos hacia Cundinamarca (pasando por Boyacá), lo que permitiría que eventuales productos forestales se comercialicen en Bogotá y municipios cundinamarqueses. Este núcleo se relaciona con los siguientes resguardos:

    - Resguardo Indígena Guahibo - Parreros
    - Resguardo Indígena Guahibo de Cuiloto II
    - Resguardo Indígena Guahibo Julieros y Velasqueros

- Resguardo Indígena Hitnu Cuiba Grupo Macahuan de La Voragine - La Ilusion
- Resguardo Indígena San Jose De Lipa o Caño Colorado

7.1.3 Conexiones logísticas con Cundinamarca

Varios núcleos gozan de rutas de transporte viables hacia Cundinamarca (Bogotá y alrededores). En particular, **Guaviare y Meta** están comunicados con Bogotá por la carretera nacional Bogotá–Villavicencio, facilitando el envío de madera y otros productos forestales hacia la capital. De hecho, empresas madereras de Bogotá ya han concretado compras de madera certificada proveniente del NDF Los Puertos (Guaviare) y NDF Oro Tuyo (Caquetá) (Red Expertos, 2025).

Así mismo, el departamento de **Caquetá** se conecta por vía terrestre con Cundinamarca a través de la ruta Florencia–Neiva–Bogotá, permitiendo que productos de núcleos como Nueva Ilusión y Oro Tuyo lleguen al mercado central (por ejemplo, muebles, artesanías). Incluso en núcleos más remotos, la articulación **logística fluvial-terrestre** ha sido clave: comunidades del Putumayo pueden transportar materias primas por río hasta carreteras principales que conducen al interior del país. Estas conexiones demuestran cómo la producción sostenible de la Amazonía puede integrarse a las cadenas de valor nacionales, promoviendo en Cundinamarca el consumo de **madera legal, trazable y sostenible** en sectores como construcción y mueblería (Red Expertos, 2025).

Es así como, la **Amazonía y Orinoquía cuentan con múltiples NDFyB activos al 2024-2025**, todos respaldados por fuentes oficiales (MinAmbiente, corporaciones autónomas, institutos de investigación). Sus **objetivos principales** son conservar los bosques y reducir la deforestación mediante el desarrollo de economías forestales legales (madera, frutos amazónicos, turismo ecológico) (Visión Amazonía, 2025). Los **actores involucrados** van desde las **comunidades locales** (campesinos, indígenas, juntas de acción comunal) hasta entidades gubernamentales (MinAmbiente, MinAgricultura y Ministerio de Defensa Nacional - MinDefensa en algunos casos), organismos internacionales (cooperación REDD+ REM, GIZ) y sector privado (gremios como **Fedemaderas** apoyando la comercialización) (Red Expertos, 2025).

En cuanto a **productos y servicios forestales** promovidos, varían según las potencialidades locales: en unos núcleos predomina el **aprovechamiento maderable** bajo prácticas sostenibles (con aserraderos comunitarios, **madera certificada FSC** y cooperativas forestales) (Visión Amazonía, 2025); en otros se impulsan productos **no maderables** del bosque (caucho, açaí, cacao silvestre, plantas medicinales) y el **turismo de naturaleza** (particularmente en zonas aledañas a parques nacionales) (Visión Amazonía). Todos estos núcleos, especialmente aquellos del Meta, Caquetá y Guaviare, **están conectados por rutas terrestres y fluviales** con el interior del país, lo que permite su articulación con mercados como el de Cundinamarca/Bogotá, fortaleciendo así las cadenas sostenibles y la visibilidad de la “bioeconomía” forestal regional (Red Expertos, 2025).

7.2 Selección y caracterización de NDFyB oferentes para iniciar la ruta de vinculación y articulación comercial

Los oferentes corresponden, en general, a cooperativas o asociaciones comunitarias que han conformado y gestionado Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad —NDFyB— en la Amazonía y la Orinoquía. Dentro de este conjunto, se identifican dos núcleos con procesos técnicos, organizativos y comerciales más avanzados para actuar como proveedores o socios comerciales iniciales de los transformadores de madera del departamento de Cundinamarca: Coagroitilla, en el norte de la Amazonía, y Orotuyo, en el sur de la Amazonía.

En términos generales, el concepto de capacidad conjunta de estos dos núcleos es favorable. Ambos cuentan con planificación forestal, permisos de aprovechamiento, oferta multiespecie, procesos de transformación primaria y condiciones para proveer madera legal, trazable y proveniente de manejo forestal sostenible. No obstante, su vinculación con Cundinamarca debe plantearse bajo un esquema gradual, programado y segmentado, dado que son organizaciones comunitarias cuyas capacidades deben articularse con pedidos concretos, cronogramas de entrega, condiciones logísticas y acuerdos comerciales específicos.

Desde el punto de vista operativo, ambos núcleos pueden trabajar bajo pedido, organizando su producción a partir de solicitudes específicas de los clientes y ajustando volúmenes, dimensiones y frecuencias de entrega dentro de los límites establecidos en sus respectivos permisos de aprovechamiento y planes de manejo forestal.

Asimismo, ambos núcleos pueden vincularse con empresas ancla o con grupos de transformadores que consoliden demanda. Este esquema resulta especialmente pertinente, porque permite organizar volúmenes mínimos, reducir costos logísticos, programar entregas, formalizar contratos y evitar operaciones dispersas con múltiples microcompradores de bajo volumen. De esta manera, Coagroitilla y Orotuyo se perfilan como proveedores estratégicos para una articulación comercial inicial, siempre que la relación se estructure sobre reglas claras de calidad, trazabilidad, precios, tiempos de entrega y condiciones de pago.

7.2.1 Núcleo de Desarrollo Forestal Los Puertos - Guaviare

Organización: Cooperativa Multiactiva Agroforestal del Itilla – COAGROITILLA[2], autorizados para realizar un aprovechamiento sostenible de especies maderables, de tal forma que aseguran la conservación de la biodiversidad del bosque y la restauración de áreas degradadas, a la vez que un recurso económico alternativo a la deforestación. Se

[2] Matrícula de inscripción en Cámara de Comercio No. S0500782 del 30 de septiembre de 2019, Número de Identificación Tributaria – NIT 901327787 – 0 y domicilio principal en el municipio de Calamar, departamento de Guaviare.

trata de propietarios de fincas que conforman la Unidad de Manejo Forestal - UMF Puerto Cubarro y Puerto Polaco.

Experiencias de comercialización: a la fecha han realizado 3 negocios, principalmente con un señor llamado Luis Eduardo de la ciudad de Bogotá (Barrio Boyacá Real), vigas y madera; también con Patrimonio Cultural.

Actualmente, cuentan con madera para negociar, por ejemplo, tienen un contrato con Parques Nacionales Naturales de Colombia, y con Visión Amazonía, está última entidad que también los apoya en el proyecto.

Forma de operar: Coagroitilla busca mejorar la eficiencia del aprovechamiento forestal y, al mismo tiempo, reducir el impacto ambiental sobre el bosque. Para ello, han instalado un sistema de cables que permite extraer la madera con menor afectación del suelo y de la vegetación remanente. Este sistema representa un avance frente a prácticas anteriores, en las que la extracción se realizaba principalmente con motosierra y con mayores niveles de intervención. Asimismo, la cooperativa cuenta actualmente con un aserrío portátil, lo que ha permitido mejorar la calidad de la madera obtenida, aumentar el rendimiento del proceso y generar mayores beneficios económicos para la organización.

En relación con la recuperación del bosque, el modelo de aprovechamiento se organiza por subparcelas. En cada una de ellas se aprovecha el volumen y las especies autorizadas en el permiso forestal y, una vez finalizada la intervención, la subparcela se deja en reposo para permitir procesos de regeneración natural. El aprovechamiento de cada subparcela toma aproximadamente tres meses y se realiza sobre un conjunto de 11 especies autorizadas, dejando remanentes que favorecen la recuperación del bosque.

Este enfoque busca minimizar la perturbación constante del ecosistema. En modelos tradicionales de extracción selectiva, la intervención suele repetirse varias veces sobre una misma área, dependiendo de la demanda de determinadas especies. En cambio, el aprovechamiento integral de las especies autorizadas en una sola intervención por subparcela permite reducir entradas sucesivas al bosque, optimizar el uso del recurso y favorecer periodos de reposo que estimulan la regeneración natural.

Actualmente, la cooperativa cuenta con 220 hectáreas disponibles para el año y con 25 unidades de corta proyectadas para un periodo de 25 años, de acuerdo con el permiso otorgado por la CDA. Cada subparcela tiene aproximadamente entre 20 y 22 hectáreas. Debido al sistema de cables utilizado para la extracción, resulta necesario realizar un aprovechamiento integral de las especies autorizadas, de manera que la operación sea eficiente tanto técnica como económicamente.

Dentro de las 11 especies manejadas se identifican distintos grupos según sus posibles usos. En el caso de las maderas duras, con potencial para construcción, se destaca el cabuyo, una especie que, aunque no es ampliamente comercializada por falta de conocimiento sobre sus propiedades, presenta una dureza comparable a la del eucalipto y podría funcionar adecuadamente en aplicaciones constructivas. Para muebles se identifican especies como cedro achapo, arenillo negro y arracacho. Asimismo, se cuenta con maderas blandas, como la vara blanca, utilizada en viviendas como “madera de aire”,

la cual puede tener una alta durabilidad siempre que no esté expuesta directamente a la humedad.

En términos de volumen, la cooperativa tiene capacidad para atender aproximadamente 2.000 m³ en la Unidad de Corta Anual —UCA—. Mensualmente, podría disponer de un promedio de 100 a 150 m³, con variaciones según la proporción de maderas blandas y duras disponibles. El objetivo comercial es avanzar hacia un esquema de venta multiespecie que permita aprovechar integralmente las 11 especies autorizadas, evitando concentrar la comercialización únicamente en las especies más conocidas o demandadas.

Actualmente, existe madera ya cortada en el bosque, pendiente de extracción, con un volumen estimado entre 100 y 150 m³ de madera mezclada. Además, se reportan 48 m³ equivalentes a aproximadamente 1.600 piezas cortadas. La intención es avanzar en su extracción, clasificación y organización comercial, de manera que pueda responderse a pedidos concretos según las especificaciones de los compradores.

Desde el punto de vista comercial, Coagroitilla considera necesario avanzar hacia negocios formalizados mediante contratos. Hasta el momento, buena parte de las relaciones comerciales se han manejado de palabra, lo cual no ha generado los resultados esperados, salvo algunas excepciones con compradores que han demostrado seriedad en el cumplimiento. Por ello, la cooperativa busca establecer acuerdos que definan claramente volúmenes, especies, fechas de entrega, condiciones de pago y responsabilidades de las partes.

Finalmente, la cooperativa señala que cualquier movilización de madera se realiza con el respectivo salvoconducto hasta el destino correspondiente. Este aspecto resulta fundamental para garantizar la legalidad y trazabilidad del producto, así como para brindar confianza a los compradores interesados en establecer relaciones comerciales con madera proveniente de aprovechamiento forestal sostenible.

Logística: a este respecto, el precio de la madera varía según el lugar de entrega acordado. De esta manera, el valor cambia si la madera se entrega en Calamar o si se transporta hasta Bogotá, dado que en cada caso se deben considerar los costos asociados al flete y a la distancia recorrida.

Asimismo, la cooperativa cuenta con los salvoconductos requeridos para garantizar la trazabilidad de la madera durante su movilización. Este proceso incluye la identificación de las rutas, trochas o vías por las cuales será transportado el producto, así como el tránsito por las jurisdicciones de las autoridades ambientales competentes. En algunos casos, la movilización puede involucrar el paso por tres CAR diferentes, por lo que resulta fundamental contar con la documentación y los permisos correspondientes.

En este sentido, la legalidad y la trazabilidad constituyen una premisa central de la operación y, al mismo tiempo, un atributo diferencial de la cooperativa frente al mercado. La madera se moviliza bajo los permisos exigidos y con soportes documentales que permiten verificar su origen, recorrido y destino final.

Finalmente, la cooperativa se encuentra en capacidad de contratar el transporte hasta el lugar que requiera el comprador. Para ello, se puede acordar inicialmente el precio de la madera en el municipio de origen y, posteriormente, adicionar el valor del flete según el destino definido.

Transformaciones: en cuanto a las posibilidades de transformación, la cooperativa cuenta actualmente con un aserrío portátil que le permite avanzar en procesos de dimensionamiento de la madera de acuerdo con los requerimientos específicos de los compradores. Esto significa que su operación no se limita únicamente a la transformación primaria, sino que puede ajustar cortes, medidas y presentaciones según la demanda. Por ejemplo, se tiene proyectada la producción de vigas de 5 cm x 10 cm y 6 metros de longitud, una medida que puede resultar atractiva para aplicaciones estructurales.

Esta capacidad representa una ventaja comercial, dado que la cooperativa dispone de madera en pie y puede programar su aprovechamiento según las necesidades del usuario final. A manera de ejemplo, recientemente se realizaron cortes de 6 metros, una longitud que resulta escasa en el mercado, donde habitualmente se ofrecen piezas de 3 metros. En este sentido, la posibilidad de cortar madera a la medida del cliente constituye un atributo diferencial frente a otros proveedores.

Asimismo, esta flexibilidad en el dimensionamiento incide en la estructura de precios, ya que las piezas de mayor longitud implican mayores exigencias de movilización, manipulación y operación. Por tanto, el valor final de la madera puede variar de acuerdo con la longitud, las dimensiones requeridas, el volumen solicitado y las condiciones logísticas asociadas al pedido.

Para productos con uso estructural, el aserrío portátil ofrece una ventaja importante, siempre que las características de la madera permitan obtener las dimensiones solicitadas. Actualmente, se han venido comercializando vigas de 5 cm x 10 cm y 6 metros de longitud, y existe la posibilidad de alcanzar longitudes de hasta 8 metros, dependiendo de las dimensiones requeridas y de las condiciones del material disponible. Lo anterior no excluye el interés de la cooperativa en comercializar madera corta, sino que amplía su capacidad de respuesta frente a diferentes segmentos del mercado.

No obstante, las condiciones de tratamiento de la madera se limitan actualmente al secado natural, sin que se ofrezcan procesos de inmunización. En la región existen restricciones para implementar hornos de secado, entre otras razones, por la limitada disponibilidad de fuentes energéticas. Por ello, resulta necesario fortalecer progresivamente las capacidades técnicas de la cooperativa en procesos de secado, clasificación, manejo poscorte y acondicionamiento de la madera, con el fin de mejorar la calidad y estabilidad de los productos a comercializar.

En relación con la infraestructura disponible para procesos de transformación, la cooperativa cuenta con predios que pueden apoyar el manejo y procesamiento de la materia prima. Entre estos se destaca un lote ubicado en el casco urbano municipal, destinado a procesos de transformación. Adicionalmente, se encuentra en desarrollo una

iniciativa orientada al montaje de una ebanistería, lo cual podría ampliar las posibilidades de generación de valor agregado a partir de la madera aprovechada.

Finalmente, la cooperativa maneja piezas que denomina “bogotanas”, correspondientes a dimensiones de 10 cm x 10 cm x 3 metros. Esta medida ha sido identificada como comercialmente funcional para mercados como el de Bogotá. Al momento del contacto con la cooperativa, realizado en diciembre de 2025, se reportaba disponibilidad de inventario de este tipo de piezas, lo cual representa una oportunidad para atender pedidos específicos en mercados urbanos que demandan medidas estandarizadas. La siguiente tabla muestra las especies incluidas.

Tabla 11. Inventario de piezas en formato comercial para Bogotá, disponible por parte de Coagroitilla.

Especie	Volumen m3 total	# de piezas de tamaño (10 cm x 10 cm x 3 metros)
Arenillo negro	9,04	301
Cabuyo	0,75	25
Cedro achapo	3,45	115
Dormidero Negro	8,21	273
Parature	0,75	24
Tres tablas	1,16	38
Total	**23,37**	**776**

Fuente: Coagroitilla, diciembre 2025. Ver Anexo 7. Detalle inventario disponible piezas bogotanas Coagroitilla.

Indicadores sociales: frente a este aspecto, es importante señalar que la cooperativa aún no ha realizado una primera distribución de beneficios. Sin embargo, debe precisarse que, por tratarse de una figura cooperativa, los excedentes no necesariamente se traducen en reparto directo de dinero, sino que pueden orientarse a inversiones colectivas que fortalezcan la operación, mejoren las capacidades productivas y generen beneficios para los asociados.

En este contexto, el aprovechamiento forestal sí representa una oportunidad para generar empleo e ingresos asociados a las diferentes actividades de la cadena. Esto incluye labores de corta, extracción, transformación, transporte y reposición forestal, considerando que por cada árbol aprovechado se debe cumplir con las obligaciones de compensación o siembra correspondientes. Estas actividades pueden convertirse en una fuente de trabajo para los asociados y para otros miembros de la comunidad, siempre que se definan reglas claras de participación, remuneración y distribución de responsabilidades.

De manera complementaria, dentro del proceso de proyección comercial se han adelantado iniciativas para construir una escala de valoración de los productos, especialmente de la materia prima, en función de su calidad. Esta valoración incorpora costos asociados a mano de obra, maquinaria, equipos e insumos, aunque todavía no incluye los costos de

transporte. Sobre el valor final obtenido se proyecta calcular una utilidad, la cual podrá destinarse posteriormente a la distribución de beneficios entre los asociados o a inversiones orientadas al mejoramiento productivo de la cooperativa.

Desde la perspectiva del modelo asociativo de los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad, y bajo un principio de equidad social, el objetivo es que el aprovechamiento forestal genere valor para todos los actores comunitarios involucrados, y no exclusivamente para el titular del predio donde se desarrollan las actividades de aprovechamiento. En este sentido, se busca que los beneficios anuales puedan llegar a los diferentes participantes del proceso, de acuerdo con los arreglos internos que se definan.

No obstante, aún se requiere avanzar en la construcción de indicadores sociales que permitan medir de manera más precisa los efectos del modelo sobre empleo, generación de ingresos, participación comunitaria, distribución de beneficios, fortalecimiento organizativo y mejora de capacidades locales. Esta medición será fundamental para evidenciar el aporte social del aprovechamiento forestal sostenible y para fortalecer la legitimidad del modelo frente a compradores, aliados institucionales y comunidades.

Hasta el momento, los negocios realizados han permitido orientar los beneficios principalmente hacia inversiones necesarias para continuar con la extracción y movilización de la materia prima. La cooperativa se encuentra aproximadamente en un 12% de aprovechamiento de la Unidad de Corta Anual 1 —UCA 1—, por lo que se proyecta que, una vez finalizado su aprovechamiento, se pueda avanzar hacia una distribución más equitativa de beneficios, conforme a los acuerdos que se establezcan entre los asociados.

Certificaciones: la cooperativa Coagroitilla avanza en el proceso para la obtención de la certificación FSC, lo cual representa un paso estratégico para fortalecer su posicionamiento como proveedor de madera legal, trazable y proveniente de manejo forestal sostenible. Este proceso también permitirá consolidar indicadores y sistemas de información en los componentes social, ambiental y económico, dado que el estándar exige evidencias verificables sobre la gestión del bosque, la operación productiva y la relación con las comunidades.

Con el apoyo del programa REM Visión Amazonía, Coagroitilla se proyecta como el primer Núcleo de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad del país en iniciar el proceso para acceder al estándar internacional FSC. En este marco, durante tres días del mes de enero de 2026 se tiene prevista una preauditoría internacional en territorio, realizada por la firma Preferred by Nature, con sede en Santa Cruz, Bolivia. Esta evaluación estará orientada a revisar el manejo forestal legal y sostenible, la protección del bosque, el respeto por las comunidades locales y el fortalecimiento de una economía forestal responsable (REM Visión Amazonía, 2026).

Este proceso abre la posibilidad de avanzar durante 2026 hacia la certificación FSC, lo que podría facilitar el acceso a mercados de mayor valor, fortalecer la confianza de compradores nacionales e internacionales y generar nuevas oportunidades económicas para las comunidades vinculadas al núcleo. Asimismo, la certificación permitiría reforzar el mensaje de que mantener el bosque en pie puede constituir una alternativa viable de desarrollo

territorial para la Amazonía, siempre que el aprovechamiento se realice bajo criterios de legalidad, sostenibilidad y corresponsabilidad comunitaria.

De manera complementaria, dentro de los lineamientos definidos para el aprovechamiento sostenible, se proyecta la implementación de técnicas de trazabilidad que permitan monitorear los productos maderables extraídos desde su origen hasta el usuario final. Esta tarea resulta fundamental para identificar la fuente de la materia prima, controlar su movilización y cerrar espacios a la comercialización de madera ilegal, fortaleciendo así la transparencia de la cadena y la confianza de los compradores.

Finalmente, se resalta que, desde los primeros años de conformación del núcleo, Coagroitilla ha establecido como meta fortalecer las capacidades de la propia comunidad. En este sentido, se ha promovido la formación de asociados y jóvenes vinculados al proceso, como el caso de Jeison Bohórquez, secretario técnico de la cooperativa, quien proyecta culminar su formación profesional en 2026, así como otros jóvenes asociados que avanzan en procesos similares. Esta apuesta por la formación local busca que sean los propios miembros de la comunidad quienes adquieran las capacidades técnicas, económicas y ambientales necesarias para administrar el modelo, reducir la dependencia de actores externos y consolidar una gobernanza comunitaria más autónoma y sostenible.

Aclaraciones realizadas: Como aclaración frente al esquema comercial, Coagroitilla señala que el escenario ideal es avanzar hacia la comercialización integral de las especies autorizadas, de manera que el aprovechamiento no se concentre únicamente en aquellas de mayor demanda o reconocimiento comercial. Sin embargo, dependiendo de los requerimientos de los potenciales compradores, la cooperativa podría realizar un análisis específico de la siguiente subparcela frente al plan de manejo, con el fin de estimar los volúmenes disponibles por tipo de madera, diferenciando entre maderas duras y blandas.

Actualmente, la cooperativa cuenta con el acompañamiento de Visión Amazonía, programa financiado con recursos de cooperación internacional. No obstante, este apoyo también está sujeto a las limitaciones propias de los tiempos requeridos para la aprobación y desembolso de recursos destinados a inversión, capacitación y fortalecimiento operativo. En este sentido, aunque el acompañamiento institucional ha sido fundamental, la consolidación comercial del proceso requiere avanzar hacia relaciones de mercado más estables y sostenibles.

Coagroitilla resalta que el proceso para llegar al estado actual de legalidad y organización del aprovechamiento forestal sostenible ha tomado aproximadamente siete años. Sin embargo, las cantidades efectivamente aprovechadas y comercializadas hasta la fecha siguen siendo reducidas. Esto evidencia que, aunque existe una base legal, técnica y organizativa importante, aún es necesario fortalecer la salida comercial de la madera y consolidar acuerdos que permitan dinamizar el aprovechamiento autorizado.

En este contexto, la cooperativa manifiesta interés en que este proceso se construya sobre la base de la confianza, la seriedad y el conocimiento mutuo entre las partes. Para ello, considera necesario que los actores involucrados comprendan primero qué tiene Coagroitilla para ofrecer, cuáles son sus capacidades, qué condiciones respaldan la

legalidad de la madera y cuáles son las oportunidades reales de articulación con los municipios de Cundinamarca y sus transformadores.

Asimismo, la cooperativa expresa respeto por el trabajo que se viene adelantando con Visión Amazonía y reconoce que su experiencia ha sido ampliamente documentada. Por esta razón, considera importante que cualquier nuevo modelo de negocio se articule de manera coherente con los avances institucionales ya logrados, evitando duplicidades y reconociendo el proceso previo de fortalecimiento técnico, organizativo y legal del núcleo.

En cuanto a sus intereses y expectativas, Coagroitilla plantea la necesidad de analizar con claridad el tipo de negocios que podrían estructurarse, valorando tanto su cumplimiento y calidad como proveedor, como las condiciones que puedan ofrecer los compradores. En particular, considera clave evaluar formas de pago, precios, volúmenes, tiempos de entrega y responsabilidades de las partes, dado que estos elementos inciden directamente en la posibilidad de construir relaciones comerciales estables y alianzas de largo plazo.

En esa misma línea, la cooperativa considera muy importante que tres o cuatro empresarios con alto potencial como compradores puedan visitar el territorio. Esta visita permitiría que los posibles clientes conozcan de primera mano la madera disponible, el lugar de aprovechamiento, las condiciones de legalidad, la calidad del producto, los volúmenes existentes y la forma de operación de la cooperativa. Para Coagroitilla, este acercamiento directo facilitaría la generación de confianza y ayudaría a definir parámetros más realistas de negociación.

Adicionalmente, la cooperativa destaca que el aserrío portátil constituye una ventaja operativa y comercial, pues permite mejorar el rendimiento, obtener una mejor presentación de la madera dimensionada y responder con mayor precisión a los requerimientos de los compradores. Esta capacidad puede convertirse en un atributo diferencial frente a otros proveedores que solo ofrecen madera con medidas estándar o con menor nivel de preparación.

Coagroitilla también señala que, años atrás, recibió la visita de posibles compradores de Bogotá, quienes representaban a un grupo amplio de empresas de Cundinamarca. Sin embargo, la propuesta se estructuraba principalmente bajo un esquema de intermediación. Frente a ello, la cooperativa manifiesta que no desea avanzar en modelos donde el intermediario concentre la mayor parte del beneficio económico, sino en esquemas comerciales más directos, transparentes y justos, que reconozcan el valor del trabajo comunitario y del aprovechamiento legal del bosque.

Por lo anterior, para un primer negocio, Coagroitilla propone evaluar la posibilidad de que los empresarios con mayor potencial de compra visiten directamente la cooperativa. Según su percepción, al conocer la madera en pie, las condiciones de aprovechamiento, la operación en territorio y la oferta disponible, los compradores podrían visualizar con mayor claridad las ventajas de vincular a Coagroitilla como proveedor dentro de una cadena de valor legal, trazable y sostenible.

Finalmente, la cooperativa expresa que este proceso también tiene un valor territorial y reputacional. Para Coagroitilla, avanzar en relaciones comerciales legales y sostenibles

permitiría contribuir a sacar al departamento del Guaviare del anonimato y mostrar una imagen diferente del territorio, asociada no solo a problemáticas o noticias negativas, sino también a experiencias comunitarias, productivas y ambientales que demuestran alternativas reales de desarrollo a partir del bosque en pie.

7.2.1.1 Capacidad proyectada PMF

La siguiente figura sintetiza la capacidad proyectada de Coagroitilla, para el Núcleo de Desarrollo Forestal Los Puertos, destacando su base territorial, la planificación por Unidades de Corta Anual, los volúmenes aprovechables estimados, la referencia específica de la UCA 1 y la oferta multiespecie disponible. Esta información permite visualizar, de manera integrada, las condiciones técnicas y comerciales que respaldan su potencial articulación con los transformadores de madera de Cundinamarca.

Figura 18. Capacidad proyectada NDFyB de Coagroitilla.





Fuente: Geotem SAS a partir del PMF.

7.2.2 Núcleo de Desarrollo Forestal Orotuyo - Caquetá

Organización: en el corazón de la selva tropical amazónica de Colombia, en el municipio de Solano, departamento de Caquetá, comunidades campesinas vienen trabajando de manera constante desde 2018 con un propósito común: promover la conservación de los bosques amazónicos y generar alternativas económicas sostenibles para las familias vinculadas al territorio. Este proceso se desarrolla a través de la Asociación de Desarrollo Forestal Orotuyo, organización desde la cual se ha impulsado un modelo comunitario de aprovechamiento forestal sostenible orientado a conservar la biodiversidad y fortalecer los medios de vida locales.

Este modelo parte de una visión de largo plazo, en la cual la conservación del bosque constituye el eje central de la estrategia productiva. A su vez, el proceso ha permitido avanzar en la construcción progresiva de una cultura forestal campesina, basada en el reconocimiento del bosque como fuente de identidad, bienestar y futuro. Como lo expresa uno de los líderes de la asociación: “En Orotuyo transformamos lo negativo en positivo; Orotuya, la vereda donde antes predominaban la deforestación y prácticas adversas a la naturaleza se convirtió en Orotuyo, un territorio donde el bosque es parte de nuestra identidad y de nuestro futuro”.

En términos organizativos, la asociación hace parte de un proceso comunitario de aprovechamiento forestal sostenible en la Amazonía colombiana y está conformada por aproximadamente 85 familias, vinculadas mediante acuerdos voluntarios de conservación. Estas familias gestionan alrededor de 25.000 hectáreas de bosques naturales, de las cuales 10.000 hectáreas se encuentran bajo esquemas de aprovechamiento forestal sostenible. Dichas áreas están organizadas en 24 Unidades de Corta Anual —UCA—, bajo un modelo

de aprovechamiento persistente que permite mantener la vocación forestal del suelo y garantizar que las familias continúen habitando, manejando y dependiendo del bosque de manera sostenible.

Experiencias de comercialización: durante el año 2024 se llevó a cabo el primer ejercicio de aprovechamiento forestal con fines comerciales, orientado principalmente a los mercados local y regional. A nivel nacional, la experiencia ha sido más limitada y se ha concentrado en la participación en un espacio de acercamiento comercial realizado en la ciudad de Cali, en coordinación con la administración municipal. En dicho espacio se presentó la oferta de madera del núcleo a empresarios del sector de transformación, con el propósito de explorar oportunidades de mercado fuera del territorio.

No obstante, si bien esta experiencia permitió establecer contactos y dar a conocer la oferta del núcleo, también evidenció algunas restricciones comerciales. En particular, se identificó que el mercado de Cali cuenta con una amplia oferta de madera proveniente del Chocó, lo que configura un escenario de competencia directa y limita las posibilidades de posicionamiento de Orotuyo en esa ciudad. Esta situación resalta la importancia de analizar cuidadosamente los mercados de destino, sus proveedores actuales, los costos logísticos y los diferenciales que puede ofrecer la madera proveniente del Caquetá.

Articulación entre núcleos forestales: de manera complementaria, el núcleo hace parte de una red conformada por aproximadamente 22 Núcleos de Desarrollo Forestal a nivel nacional, distribuidos principalmente en la Amazonía y el Chocó. Bajo este esquema, los núcleos buscan articularse entre sí y evitar la competencia directa, priorizando criterios de eficiencia logística, cercanía a los mercados y complementariedad territorial.

En este sentido, cuando se reciben solicitudes de madera para regiones como Villavicencio y su área de influencia, se prioriza la articulación con núcleos ubicados más cerca de esos mercados, con el fin de reducir costos de transporte y mejorar la oportunidad de entrega. De igual forma, para solicitudes provenientes de ciudades como Popayán, Pasto o Mocoa, se coordinan entregas con núcleos estratégicamente ubicados en dichas zonas. Esta estrategia permite que el consumidor final acceda a la madera de forma más eficiente y económica, al tiempo que fortalece la cooperación entre núcleos y evita presiones innecesarias sobre un solo proveedor.

Oferta de especies y disponibilidad: respecto a la oferta maderable, la organización cuenta con un catálogo técnico de especies, en el cual se describen aspectos como dureza, características físicas, volúmenes disponibles y condiciones de aprovechamiento. Este catálogo se encuentra respaldado por la resolución oficial del permiso de aprovechamiento forestal emitida por la autoridad ambiental competente, lo que permite sustentar la legalidad de la oferta y facilitar su presentación ante potenciales compradores.

Dentro de esta oferta existen especies que, por desconocimiento del mercado, aún no han sido ampliamente consideradas por las empresas transformadoras, pese a contar con características técnicas que podrían permitir la sustitución de maderas comerciales tradicionales, como la teca o el pino. La identificación, caracterización y promoción de estas especies representa una oportunidad para diversificar el mercado, ampliar la base de

clientes y generar mayor valor a partir del aprovechamiento sostenible de los bosques naturales manejados por la asociación.

Foto 1. Algunas especies ofertadas y catalogadas.



Fuente: Orotuyo.

Forma de operar: la producción forestal del núcleo se organiza a partir de pedidos específicos de los clientes. En este sentido, no se adelanta producción de manera anticipada, sino que la operación se programa de acuerdo con los volúmenes, dimensiones y frecuencias requeridas por cada comprador. Por ejemplo, cuando un cliente solicita un volumen periódico determinado, como una carga cada ocho días, el núcleo coordina sus actividades de aprovechamiento, predimensionamiento y despacho para cumplir con dicha frecuencia, siempre dentro de los límites establecidos por el permiso de aprovechamiento forestal.

Logística y trazabilidad: la organización cuenta con alianzas con empresas transportadoras, lo que le permite entregar la madera directamente en el lugar requerido por el cliente, incluidos destinos como el departamento de Cundinamarca. Esta capacidad facilita la articulación con mercados ubicados fuera del territorio de origen y permite estructurar acuerdos comerciales en los que el precio final puede considerar tanto el valor de la madera como los costos asociados al transporte.

Asimismo, toda la madera movilizada cuenta con los salvoconductos correspondientes, lo cual garantiza la trazabilidad, la legalidad y el cumplimiento de la normativa vigente en materia de aprovechamiento forestal. Este aspecto constituye un elemento central para

generar confianza con los compradores, especialmente cuando se trata de madera proveniente de bosques naturales manejados bajo criterios de sostenibilidad.

Transformaciones: actualmente, el núcleo realiza procesos de transformación primaria, mediante el suministro de madera predimensionada según los requerimientos de carpinteros, empresas transformadoras y actores del sector construcción. Sin embargo, no elabora productos finales con mayor valor agregado, como muebles, puertas u otros elementos terminados, por lo que su oferta se concentra en madera preparada para procesos posteriores de transformación.

El predimensionamiento se realiza mediante el uso de motosierras y de un aserrío portátil importado de Brasil. Esta tecnología permite mejorar el aprovechamiento del recurso, reducir desperdicios y generar una mayor participación de mano de obra local en las actividades productivas. Tradicionalmente, la madera se comercializaba en piezas de 3 metros de longitud; no obstante, con el equipo disponible actualmente es posible ajustar las dimensiones según las necesidades del cliente, incluyendo longitudes de 1, 2 o 3 metros, así como secciones de 10 x 10, 10 x 15 o 10 x 20 centímetros.

Finalmente, todos los procesos de predimensionamiento se realizan en espacios propios, directamente en el bosque. Esta condición permite ajustar la madera desde el origen, optimizar su movilización y responder de manera más precisa a las especificaciones del comprador, siempre que los pedidos se encuentren dentro de las posibilidades técnicas del equipo disponible y de las condiciones autorizadas en el permiso forestal.

Foto 2, 3, 4. Aserradero portátil de Orotuyo.







Fuente: Orotuyo.

Indicadores sociales y ambientales: el núcleo involucra de manera directa a las 85 familias asociadas en las actividades productivas, priorizando la contratación de mano de obra comunitaria. Esta forma de operación permite que los beneficios del aprovechamiento forestal sostenible no se concentren únicamente en la extracción de madera, sino que también se traduzcan en generación de empleo local, fortalecimiento organizativo y participación activa de las familias en la gestión del bosque.

Dentro de los principales beneficios sociales se destaca la vinculación a programas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la generación de oportunidades laborales en el territorio y la distribución equitativa de las utilidades entre los asociados que participan activamente en los procesos productivos. De esta manera, el modelo busca que el aprovechamiento forestal contribuya al bienestar comunitario y a la permanencia de las familias en el territorio, bajo criterios de corresponsabilidad y manejo sostenible.

En materia de seguridad y salud en el trabajo, el núcleo implementa medidas orientadas a proteger al personal vinculado a las actividades de aprovechamiento. Estas incluyen el uso de cascos, gafas, protección auditiva, pantalones anticorte y capacitaciones permanentes. Asimismo, se cuenta con un profesional encargado de los equipos de aprovechamiento forestal y de la formación continua del personal. Hasta la fecha, no se han registrado accidentes laborales, lo cual evidencia un manejo preventivo de los riesgos asociados a la operación.

Certificaciones y legalidad: la organización cuenta actualmente con los permisos de aprovechamiento forestal requeridos y en regla. Además, toda la madera movilizada se transporta con los respectivos salvoconductos, lo que permite garantizar la trazabilidad, la legalidad del proceso y el cumplimiento de la normativa aplicable. Este aspecto constituye un elemento clave para generar confianza en potenciales compradores y para posicionar la oferta del núcleo como madera legal proveniente de manejo forestal sostenible.

Intereses y expectativas comerciales: desde el punto de vista comercial, la organización considera fundamental que empresarios potenciales visiten el territorio para conocer directamente la madera en pie, su origen, las condiciones de aprovechamiento, la legalidad del proceso, la calidad del producto y los volúmenes disponibles. Esta experiencia permitiría fortalecer la confianza entre las partes, definir parámetros de negociación más realistas y facilitar la construcción de acuerdos comerciales directos.

Asimismo, el núcleo manifiesta interés en evitar esquemas de intermediación que no han resultado favorables en experiencias previas. Por ello, se considera preferible avanzar hacia relaciones comerciales más transparentes, en las que los compradores puedan conocer de primera mano la operación y en las que se reconozca el valor del trabajo comunitario, la legalidad de la madera y el esfuerzo organizativo asociado al manejo sostenible del bosque.

Capacidades y necesidades de fortalecimiento: en cuanto a las capacidades internas, la organización reconoce que el fortalecimiento técnico y administrativo es un proceso permanente. Actualmente, no cuenta con profesionales forestales dentro de la asociación; el liderazgo técnico recae en una persona con formación en agroecología, quien ha identificado la necesidad de contar con apoyo especializado en temas forestales, ambientales y de gestión.

Por esta razón, cualquier proceso de capacitación, asistencia técnica o acompañamiento especializado se considera pertinente y necesario. El fortalecimiento de capacidades en manejo forestal, trazabilidad, transformación primaria, gestión ambiental, comercialización y formulación de proyectos podría contribuir a consolidar el modelo, mejorar la calidad de la oferta y facilitar su articulación con mercados regionales y nacionales.

Aclaraciones finales: es importante señalar que la producción del núcleo está sujeta a la demanda real del mercado. Esto significa que las actividades de aprovechamiento, predimensionamiento y despacho se organizan en función de pedidos concretos, evitando producir volúmenes que no cuenten con una salida comercial clara.

De igual manera, se reconoce que los proyectos de mayor escala suelen requerir la intermediación o participación de entidades públicas para su formulación y ejecución. En este sentido, desde Orotuyo se plantea a la Gobernación de Cundinamarca la posibilidad de evaluar la formulación conjunta de proyectos que puedan ajustarse a convocatorias nacionales, como las del Sistema General de Regalías, y que permitan avanzar de manera articulada en los intereses de las partes.

Esta alternativa se considera pertinente, dado que algunas entidades territoriales que tienen incidencia sobre estos procesos no cuentan con la capacidad técnica, administrativa o financiera suficiente para gestionar y ejecutar los volúmenes de recursos y actividades que podrían movilizarse en iniciativas de mayor escala. Por tanto, una articulación interinstitucional permitiría fortalecer la sostenibilidad del modelo, ampliar su capacidad operativa y facilitar la conexión entre la oferta forestal comunitaria y la demanda de madera legal en Cundinamarca.

7.2.2.1 Capacidad proyectada PMF

En la siguiente figura se presentan los principales datos que permiten visualizar la capacidad proyectada que tiene este núcleo.

Figura 19. Capacidad proyectada NDFyB de Orotuyo.



Fuente: Geotem SAS a partir del PMF.

7.3 Definición de productos ofertados versus la demanda identificada

Para la priorización de las cadenas, se adelantó en primer lugar un análisis de las especies que los núcleos de desarrollo forestal están en capacidad de ofertar, en concordancia con la demanda existente de estas (visión desde el mercado), en el departamento de Cundinamarca.

En el caso de la oferta se tuvo en cuenta las especies manejadas por dos núcleos ubicados en la amazonia: Los Puertos (Guaviare) Anexo 8. Especies ofertadas por el NDF Los Puertos (Guaviare) y Anexo 9. Especies ofertadas por el NDF Orotuyo (Caquetá).

En relación con la demanda, se revisaron las especies mencionadas en: i) las respuestas de la encuesta realizada por Geotem (Subproducto 1.1. – Anexo 4); ii) las identificadas por FEDEMADERAS en el *Diagnóstico del mercado e industrialización–comercialización de la madera para Cundinamarca*, desarrollado en 2025; iii) las registradas en la base de datos de movilizaciones forestales del Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF) para las regiones de interés y con destino al departamento (Tabla 8); y iv) las referenciadas en los sitios web y redes sociales de las empresas transformadoras que utilizan este tipo de canales digitales (Anexo 10).

De esta manera, se conformaron dos productos: i) producto 1 - agrupación de especies por densidad (pesadas y semipesadas) a ser ofertados; y ii) producto 2 - agrupación de especies por densidad (livianas), como punto de partida para priorizar las cadenas y desarrollar los modelos de negocio.

Asimismo, se tiene un producto 3, conformado por subproductos y residuos de madera, aptos para ser aprovechados mediante su transformación.

A continuación, se describen los productos 1 y 2 ofertados. En relación con la clasificación comercial, si bien es conocida la categoría de *ordinarias*, para los modelos de negocio propuestos se utilizará únicamente la denominación de **maderas pesadas, semipesadas y livianas**, evitando el uso del término *ordinarias*.

Producto 1:

En la siguiente tabla se presentan las principales características de las maderas que componen el Producto 1 – Paquete 1 y 2, incluyendo su nombre común y nombre científico, así como aspectos técnicos y comerciales relevantes como la densidad, la resistencia mecánica, la clasificación comercial, el nivel de demanda y su uso principal. Esta información permite una comprensión integral del comportamiento y la aplicación de este conjunto de especies en el contexto del mercado y de la transformación de la madera.

Paquete 1 – Maderas pesadas: Agrupación de maderas de densidades Muy Alta (0,80 – 1,10 g/cm³).

Esta clasificación comprende las especies con densidades superiores a 0.80 g/cm³, caracterizadas por una durabilidad natural extrema y una resistencia mecánica importante.

Perfil Técnico: Son maderas de crecimiento lento con alta concentración de sílice y extractivos naturales, lo que las hace inmunes al ataque de insectos y hongos sin necesidad de tratamientos químicos.

Paquete 2 – Maderas Semipesadas: Agrupación de maderas de densidades Alta a Media (0,60 – 0,85 g/cm³).

Representan el equilibrio perfecto entre resistencia y trabajabilidad, con densidades que oscilan entre 0.60 y 0.85 g/cm³. Es el grupo más robusto en términos de diversidad de especies reportadas en los planes de manejo.

Perfil Técnico: Ofrecen excelentes propiedades de maquinado, cepillado y acabado superficial. Poseen una estabilidad dimensional moderada, ideal para climas secos como la Sabana de Bogotá tras un proceso de secado técnico.

Tabla 12. Producto 1 - Maderas pesadas (densidad muy alta) y semipesadas (densidad media a alta).

Especies que conforman el Producto 1 (paquete 1 y 2)	Nombre Común	Nombre Científico	Densidad (g/cm3)	Resistencia Mecánica	Clasificación Comercial	¿Demandada? (m^3 SNIF)	Uso Principal
PESADAS (Densidad Muy Alta)	**Cumaru**	*Dipteryx odorata*	1.00 – 1.10	Extrema: MOR >2000 kg/cm².	Muy Especial	SÍ	Pisos industriales, puentes.
	Tres Tablas	*Dialium guianense*	0.85 – 0.95	Muy Alta: Dureza extrema.	Especial	SÍ	Vigas, durmientes, postes.
	Abarco	*Cariniana pyriformis*	0.85 – 0.95	Alta: Gran tenacidad estructural.	Especial	SÍ	Tornería y construcción pesada.
	Tamarindo	*Hymenaea oblongifolia*	0.80 – 0.95	Alta: Rígida y durable.	Especial	SÍ (15.6 m^3)	Carrocerías y estructuras.
SEMIPESADAS (Densidad Media a Alta)	**Fono Blanco /Cabuyo**	*Eschweilera coriacea*	0.75 – 0.85	Muy Alta: Alta resist. impacto.	Muy Especial	SÍ (75.9 m^3)	Mangos de herramientas, pisos.
	Yaya	*Oxandra espintana*	0.75 – 0.85	Muy Alta: Alta flexibilidad.	Especial	No	Vigas de carga, pilotes.
	Flor Morado	*Tabebuia rosea*	0.75 – 0.85	Media-Alta: Estética y fuerte.	Especial	SÍ	Carpintería de obra y marcos.
	Sapan	*Clathrotropis brachypetala*	0.75 – 0.85	Alta: Gran fuerza estructural.	Especial	SÍ	Ebanistería y tablas.
	Toche / Paco Parature /Toche marrano	*Goupia glabra*	0.71 – 0.82	Alta: Resist. compresión.	Especial	No	Piezas curvas, arcos, herramientas.
	Leche Chiva	*Pseudolmedia laevigata*	0.70 – 0.80	Alta: Madera densa.	Especial	No	Pisos de interiores.
	Leche Perra	*Pseudolmedia laevis*	0.70 – 0.80	Alta: Muy resistente.	Especial	No	Cielos rasos, molduras.
	Caimo	*Pouteria cladantha*	0.70 – 0.80	Alta: Fibra entrelazada.	Especial	SÍ (12.3 m^3)	Triplex, maquetas, vivienda.
	Grumichama	*Micropholis guyanensis*	0.65 – 0.78	Media-Alta: Grano fino.	Especial	No	Puertas, muebles, closets.
	Capirón	*Calycophyllum spruceanum*	0.65 – 0.75	Media-Alta: Alta elasticidad.	Especial	SÍ (41.4 m^3)	Embalajes, huacales, estibas.
	Guáimaro	*Brosimum lactescens*	0.65 – 0.75	Media: Estable en seco.	Especial	No	Molduras y muebles económicos.
	Arracacho	*Clarisia racemosa*	0.60 – 0.70	Media: Contracción moderada.	Estándar	No	Panelería, juguetería.
	Arenillo Negro	*Qualea acuminata*	0.60 – 0.70	Media-Alta: Buena flexión.	Estándar	SÍ (10.2 m^3)	Ebanistería fina, molduras.

Nota: Para efectos de posicionamiento y estrategia comercial, se reemplaza el término *ordinaria por Estándar*, dado que su connotación puede afectar la percepción de valor del producto en narrativas de mercado.

Fuente: Geotem SAS.

Se trata de especies que:

- Justifican **compras por viajes completos** debido a su **alto valor por m³**.
- Permiten **negociación directa núcleo–empresa**, maximizando rentabilidad y calidad.

7.3.1 Especificaciones para maderas de uso estructural y mobiliario

En el caso de las **maderas pesadas y semipesadas**, las empresas transformadoras requieren piezas que presenten dimensiones superiores o "sobremedidas", con el fin de compensar la contracción natural que ocurre durante los procesos de secado.

Las trozas y bloques deben presentar **rectitud de fibra y estabilidad estructural**, condiciones necesarias para garantizar un adecuado desempeño mecánico en aplicaciones constructivas o de ingeniería. Asimismo, el material debe encontrarse libre de defectos críticos que puedan comprometer su resistencia o durabilidad, tales como:

- nudos estructuralmente debilitantes
- pudrición central
- grietas profundas
- presencia activa de insectos xilófagos.

En los casos en que la madera será sometida a **procesos de inmunización**, resulta especialmente importante que la albura del material sea suficientemente permeable para permitir la penetración adecuada de las soluciones preservantes bajo sistemas industriales de **vacío-presión**. Este tratamiento es fundamental para garantizar niveles adecuados de durabilidad cuando la madera se destina a aplicaciones estructurales o a infraestructura expuesta a condiciones ambientales exigentes.

Producto 2 - Maderas livianas: Agrupación de maderas de densidades Media a Baja (0,35 – 0,65 g/cm³).

En la siguiente tabla se presentan las principales características de las maderas que componen el Producto 2, incluyendo su nombre común y nombre científico, así como aspectos técnicos y comerciales relevantes como la densidad, la resistencia mecánica, la clasificación comercial, el nivel de demanda y su uso principal. Esta información permite una comprensión integral del comportamiento y la aplicación de este conjunto de especies en el contexto del mercado y de la transformación de la madera.

7.3.2 Estándares para maderas livianas

Las **maderas livianas**, orientadas a aplicaciones de **carpintería especializada, mobiliario y acabados arquitectónicos**, el control del **contenido de humedad** del material resulta un factor crítico para garantizar la estabilidad dimensional de los productos. Aunque la madera puede salir del NDFyB en condición verde, en los centros de acopio o talleres de

transformación se deben iniciar procesos de **estabilización y secado controlado**, con el fin de reducir riesgos de deformaciones tales como alabeos, torceduras o colapsos celulares.

Adicionalmente, las piezas deben permitir un **cepillado limpio y homogéneo**, por lo que se prioriza madera proveniente de cortes radiales o tangenciales estables. La homogeneidad del color y la ausencia de manchas causadas por hongos o procesos de degradación también constituyen factores determinantes para garantizar la competitividad de estos productos frente a materiales sustitutos como tableros industriales o maderas importadas.

Tabla 13. Producto 2 – Maderas livianas: Agrupación de maderas de densidades Media a Baja (0,35 – 0,65 g/cm³).

Especies que conforman el Producto 2	Nombre Común	Nombre Científico	Densidad (g/cm³)	Resistencia Mecánica	Clasificación Comercial	¿Demandada? (m³ SNIF)	Uso Principal
LIVIANAS (Media a Baja Densidad)	**Cedro Amargo**	*Cedrela odorata*	0.55 – 0.65	Media: Estabilidad superior.	Especial	SÍ	Chapa, fósforos, encofrados.
	Cedrillo	*Guarea cinnamomea*	0.50 – 0.60	Media: Acabado fino.	Especial	SÍ (18.4 m³)	Cajonería, alma de tableros.
	Achapo /Cedro Achapo	*Cedrelinga cateniformis*	0.40 – 0.55	Media: Baja contracción.	Estándar	SÍ	Artesanías y utensilios.
	Guarango	*Parkia nitida*	0.45 – 0.55	Media-Baja: Fácil secado.	Especial	SÍ (85.7 m³)	Cielos rasos, divisiones de interiores, revestimientos y muebles livianos.
	Dormidero negro	*Parkia discolor*	0.40 – 0.50	Baja: Liviana y manejable.	Especial	SÍ (52.9 m³)	Vivienda rural, contrachapados (triplex), juguetes y artesanías en madera.
	Vara Blanca	*Croton matourensis*	0.45 – 0.55	Baja: Resistencia limitada.	Estándar	SÍ (41.4 m³)	Embalajes industriales, huacales, estibas y carpintería liviana de rotación rápida.
	Caracolí	*Osteophloeum platyspermum*	0.45 – 0.55	Media-Baja: Fácil clavado.	Estándar	SÍ (30.1 m³)	Mobiliario económico, elementos decorativos internos y molduras para construcción
	Otobo	*Otoba spp.*	0.45 – 0.55	Baja: Para encofrados.	Estándar	SÍ	Formaletas para concreto, cerramientos temporales de obra y alma de tableros.
	Gomo	*Vochysia lomatophylla*	0.40 – 0.50	Baja: Muy trabajable.	Estándar	SÍ (27.6 m³)	Juguetería, panelería liviana, cajas de madera y artesanías

Especies que conforman el Producto 2	Nombre Común	Nombre Científico	Densidad (g/cm³)	Resistencia Mecánica	Clasificación Comercial	¿Demandada? (m³ SNIF)	Uso Principal
	Chocho	*Hymenolobium heterocarpum*	0.45 – 0.55	Media-Baja: Ebanistería.	Estándar	SÍ (6.5 m³)	Construcción sencilla, ebanistería de baja exigencia técnica y tablas de obra.
	Sangretoro	*Virola sebifera*	0.35 – 0.45	Baja: Frágil, para chapas.	Estándar	SÍ (8.5 m³)	Chapas para triplex, fósforos, maquetía y tableros enlistonados.
	Zapotillo	*Sterculia tessmannii*	0.35 – 0.45	Baja: Blanda.	Estándar	SÍ (3.5 m³)	Cajonería liviana, encofrados temporales y carpintería de baja durabilidad.
	Ceiba	*Ceiba pentandra*	0.40 – 0.45	Muy Baja: Muy liviana.	Estándar	SÍ	Andamios temporales, usos rústicos, boyas artesanales y embalaje muy liviano
	Bongo	*Cavanillesia platanifolia*	0.40 – 0.50	Muy Baja: Baja resistencia.	Estándar	SÍ	Aislamientos rústicos, artesanías livianas, modelos básicos y rellenos.
	Marfil	*Simarouba amara*	0.35 – 0.40	Baja: Color homogéneo.	Estándar	No	Utensilios de cocina, maquetía profesional, artesanías blancas y cajonería de lujo.

Nota: Para efectos de posicionamiento y estrategia comercial, se reemplaza el término *ordinaria por Estándar*, dado que su connotación puede afectar la percepción de valor del producto en narrativas de mercado.

Fuente: Geotem SAS.

7.4 Grandes retos para la fijación de precios

Uno de los principales desafíos para la estructuración de un modelo de negocio basado en madera proveniente de manejo forestal sostenible es la **alta variabilidad en los precios de la madera**, la cual depende de múltiples factores como la especie, la forma de presentación del producto, la ubicación del mercado y las condiciones logísticas de transporte. En el departamento de Cundinamarca, el análisis de los precios de compra promedio por metro cúbico muestra diferencias significativas entre municipios y entre especies, evidenciando la ausencia de un mecanismo estandarizado para la formación de precios en el sector forestal (Polanco Tapia et al., 2025).

Por ejemplo, el precio promedio de compra puede variar ampliamente según el municipio. Mientras que en Tena se registran valores promedio cercanos a $9.000.000 por m³ —explicados principalmente por pedidos especiales—, en municipios como La Mesa, Cajicá, Cota y Madrid los precios promedio oscilan entre $2.500.000 y $3.100.000 por m³. Esta dispersión refleja no solo diferencias en la disponibilidad de especies y en los tipos de productos demandados, sino también en los costos asociados al transporte y al acceso a los mercados, factores que inciden directamente en la formación del precio final (Polanco Tapia et al., 2025).

La variabilidad también se observa al comparar especies y usos. Maderas finas como el cedro (*Cedrela odorata*) y el flor morado (*Tabebuia rosea*), preferidas para muebles de alto valor, alcanzan precios de hasta $4.800.000 y $4.400.000 por m³ respectivamente, mientras que especies utilizadas en construcción, como chingalé (*Jacaranda copaia*) u otobo (*Otoba spp.*), presentan valores promedio cercanos a $1.050.000 por m³. En algunos casos excepcionales, como pedidos especiales de campano o urapán, los precios pueden llegar incluso a $27.000.000 por m³, evidenciando el fuerte impacto de características particulares del producto, como el tamaño, la forma o las especificaciones solicitadas por el comprador (Polanco Tapia et al., 2025). Esta heterogeneidad de precios se refleja también en las diferencias dentro de una misma especie. El flor morado, por ejemplo, puede comercializarse desde valores cercanos a $127.000 por m³ hasta más de $6.000.000 por m³, dependiendo del tipo de producto, el canal de comercialización y el origen de la madera. Estas fluctuaciones evidencian que el mercado opera principalmente mediante negociaciones caso a caso, con escasa transparencia en la estructura de costos y sin una referencia clara para compradores y proveedores (Polanco Tapia et al., 2025).

Para las especies incluidas en los productos propuestos se realizó una revisión de información secundaria con el fin de estimar precios aproximados para cada una de ellas. No obstante, este ejercicio presentó varias limitaciones, derivadas principalmente de las diferencias en los años de referencia de los valores encontrados o, en algunos casos, de la imposibilidad de identificar el año correspondiente al valor reportado, así como de la combinación de fuentes comerciales y de investigación. A ello se suma la dispersión y disimilitud en la forma en que se presenta la información disponible. A pesar de estas limitaciones, el análisis permitió reiterar el hallazgo señalado por Fedemaderas (2025) respecto a la marcada heterogeneidad en los precios de la madera dentro del mercado. Los resultados de esta revisión se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 14. Revisión precios aproximados por especie producto 1.

Especies que conforman el Producto 1 (paquete 1 y 2)	Nombre Común	Nombre Científico	Precio m3 aserrado (COP)	Volumen Aserrado 18 - 19 M3 (SUNL)	Tipos de producto más Movilizados	Región de Origen de la madera	Uso Principales destinos de Movilización	Principales destinos de Removilización	Fuente consultada
PESADAS (Densidad Muy Alta)	**Cumaru**	*Dipteryx odorata*	$6.000.000		Cubiertas				(Gabiona, s.f.)
	Tres Tablas	*Dialium guianense*	$1.300.000		Trozas en bruto	Amazonía Choco			(Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Abarco	*Cariniana pyriformis*	$1.030.145	8748,17	Bloque 96% Tabla 3%	Choco 94% Antioquia 4%	Chocó 63% Antioquia 31%	Chocó 51% Antioquia 10% Bogotá 11%	(Blanco, 2020)
	Tamarindo	*Hymenaea oblongifolia*	$1.000.000	2744,42	Bloque 87% Poste 4% Polín 3%	Choco 48% Putumayo 18% Nariño 12%	Caquetá 22% Valle del Cauca 19% Risaralda 11% Antioquia 11%	Valle del Cauca 34% Bogotá 20% Caquetá 9%	(Blanco, 2020)
SEMIPESADAS (Densidad Media a Alta)	**Fono Blanco /Cabuyo**	*Eschweilera coriacea*	$1.200.000		Troza Bloque Madera Aserrada		Amazonia Chocó Orinoquia Bogotá		(Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Yaya	*Oxandra espintana*	$1.000.000						(Núcleos de Madera S.A:, s.f.)
	Flor Morado	*Tabebuia rosea*	$3.500.000	2859,34	Bloque 70% Telera 10% Tabla 9%	Caldas 25% Quindio 16% Valle del Cauca 15% Risaralda 13%	Caldas 22% Valle del Cauca 9% Risaralda 9%	Norte de Santander 29% Caldas 16% Atlantico 15% Santander 13%	(Blanco, 2020; Forandes SAS, s.f.)
	Sapan	*Clathrotropis brachypetala*		2946,75	Bloque 98% Bastidor 2%	Antioquia 97%	Antioquia 69% Bogotá 24%	Bogotá 45%Quindio 19%	(Blanco, 2020)

Especies que conforman el Producto 1 (paquete 1 y 2)	Nombre Común	Nombre Científico	Precio m3 aserrado (COP)	Volumen Aserrado 18 - 19 M3 (SUNL)	Tipos de producto más Movilizados	Región de Origen de la madera	Uso Principales destinos de Movilización	Principales destinos de Removilización	Fuente consultada
						Santander 3%	Norte de Santander 3%	Antioquia 15% Norte de Santander 10%	
	Toche / Paco Parature /Toche marrano	*Goupia glabra*	$1.000.000						(IndexMundi, s.f.)
	Leche Chiva	*Pseudolmedia laevigata*	$1.000.000						(IndexMundi, s.f.)
	Leche Perra	*Pseudolmedia laevis*	$1.000.000						(IndexMundi, s.f.)
	Caimo	*Pouteria cladantha*	$1.200.000	7629,9	Bloque 88% Estacón 2%	Choco 72% Antioquia 22%	Antioquia 42% Caldas 14% Valle del Cauca 6%	Antioquia 39% Caldas 10% Atlantico 8%	(Blanco, 2020) (Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Grumichama	*Micropholis guyanensis*							
	Capirón	*Calycophyllum spruceanum*	$1.000.000						(Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Guáimaro	*Brosimum lactescens*	$1.000.000						(Forandes, s.f.)
	Arracacho	*Clarisia racemosa*							
	Arenillo Negro	*Qualea acuminata*							

Fuente: Geotem SAS adaptado de las fuentes señaladas para cada caso.

Tabla 15. Revisión precios aproximados por especie producto 2.

Especies que conforman el Producto 2	Nombre Común	Nombre Científico	Precio m3 aserrado (COP)	Volumen Aserrado 18 - 19 M3 (SUNL)	Tipos de producto más Movilizados	Región de Origen de la madera	Uso Principales destinos de Movilización	Principales destinos de Removilización	Fuente consultada
LIVIANAS (Media a Baja Densidad)	**Cedro Amargo**	*Cedrela odorata*	$692.058	29357,85	Bloque 96% Listón 2%	Nariño 36% Santander 30% Antioquia 14% Boyacá 9%	Valle del Cauca 26% Bogotá 15% Santander 8%	Valle del Cauca 29% Bogotá 9% Quindío 8%	(Blanco, 2020)
	Cedrillo	*Guarea cinnamomea*	$850.000						(Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Achapo /Cedro Achapo	*Cedrelinga cateniformis*							
	Guarango	*Parkia nitida*	$850.000						(Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Dormidero negro	*Parkia discolor*	$800.000						(Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Vara Blanca	*Croton matourensis*	$350.000						(Homecenter – Falabella, s.f.)

Especies que conforman el Producto 2	Nombre Común	Nombre Científico	Precio m3 aserrado (COP)	Volumen Aserrado 18 - 19 M3 (SUNL)	Tipos de producto más Movilizados	Región de Origen de la madera	Uso Principales destinos de Movilización	Principales destinos de Removilización	Fuente consultada
	Caracolí	*Osteophloeum platyspermum*	$442.000	18676,06	Tabla 54% Bloque 36% Tablón 5%	Chocó 90% Santander 4% Boyacá 3%	Antioquia 31% Atlántico 13% Bolivar 12% Magdalena 11%	Atlántico 34% Bolivar 25% Antioquia 9%	(Blanco, 2020)
	Otobo	*Otoba spp.*	$1.200.000	153911,94	Bloque 84% Troza 7%	Nariño 84% Chocó 14%	Valle del Cauca 81% Nariño 10% Antioquia 3%	Valle del Cauca 71% Cauca 7% Bogotá 6%	(Blanco; Universidad del Tolima, et al., s.f.)
	Gomo	*Vochysia lomatophylla*	$500.000						(Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Chocho	*Hymenolobium heterocarpum*	$750.000						(Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Sangretoro	*Virola sebifera*	$331.000	9473,6	Bloque 79% Tuca 19%	Chocó 99%	Antioquia 50% Chocó 29% Caldas 8%	Antioquia 56% Valle del Cauca 12% Caldas 9%	(Blanco, 2020)
	Zapotillo	*Sterculia tessmannii*	$850.000						(Universidad del Tolima et al., s.f.)

Especies que conforman el Producto 2	Nombre Común	Nombre Científico	Precio m3 aserrado (COP)	Volumen Aserrado 18 - 19 M3 (SUNL)	Tipos de producto más Movilizados	Región de Origen de la madera	Uso Principales destinos de Movilización	Principales destinos de Removilización	Fuente consultada
	Ceiba	*Ceiba pentandra*	$450.000						(Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Bongo	*Cavanillesia platanifolia*	$700.000						(Universidad del Tolima et al., s.f.)
	Marfil	*Simarouba amara*	$950.000	1786,4	Bloque 70% Polin 18% Viga 4%	Putumayo 40% Caquetá 28% Boyacá 14%	Caquetá 52% Bogotá 13% Putumayo 7%	Bogotá 43% Caquetá 18% Meta 11%	Blanco, 2020; Universidad del Tolima et al., s.f.)

Fuente: Geotem SAS adaptado de las fuentes señaladas para cada caso.

En este contexto, la construcción de esquemas transparentes para la fijación de precios se convierte en un reto central para el desarrollo de cadenas de suministro sostenibles. La falta de criterios estandarizados dificulta la planificación de la oferta desde territorios productores —como los núcleos de desarrollo forestal de la Amazonía y Orinoquia— y genera incertidumbre para los transformadores industriales ubicados en mercados de destino como Cundinamarca.

Es de anotar que, ante la fijación de precios para madera nativa proveniente de bosques naturales, diversos países han abordado este desafío mediante el uso de fórmulas matemáticas que incorporan variables de mercado, costos de producción, características de las especies y factores ambientales. En este sentido, se identifican dos enfoques metodológicos predominantes para la determinación del precio de la madera, tanto de plantación como de bosque natural.

El primero corresponde al **método de valor residual**, en el cual el valor en pie se calcula a partir del precio de mercado de los productos forestales, descontando todos los costos asociados al proceso productivo, tales como aprovechamiento, extracción, transporte y otros costos operativos. El segundo corresponde al **método de costo de reposición o de producción**, donde el valor en pie se estima con base en los costos del manejo forestal, incluyendo todos los gastos desde la producción de plántulas hasta la obtención del producto final, es decir, los costos relacionados con la renovación y mantenimiento del recurso forestal (FAO, 2000; s.f.).

Adicionalmente, a estos dos enfoques se suman modelos basados en **regresiones econométricas**, los cuales permiten incorporar de manera simultánea múltiples variables que influyen en la formación del precio, como condiciones de mercado, calidad de la madera, accesibilidad del recurso y costos logísticos. Estos modelos buscan ofrecer estimaciones más integrales al considerar la interacción entre factores económicos, productivos y territoriales.

Por ejemplo, se puede afirmar que una fórmula genérica del valor residual, ampliamente utilizada a nivel internacional, puede expresarse como:

$$SV = PM - (CP + MC + T + CF)$$

Donde SV es el valor de la madera en pie (stumpage value), PM es el precio de mercado del producto, CP es el costo de producción, MC es el margen de ganancia, T son los impuestos, y CF son los cargos forestales. Este método fue validado en estudios de valoración en Filipinas (Mindanao), Malasia y Etiopía, entre otros (Balangues, J., 2015).

En el caso de Colombia, es importante señalar que el país cuenta con una fórmula oficial para el cobro de la **tasa por aprovechamiento de madera de bosque natural**, establecida mediante el Decreto 1390 de 2018 y la Resolución 1479 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Aunque esta fórmula no tiene como objetivo fijar un precio de mercado sino establecer una tasa ambiental por el uso del recurso forestal, su estructura

constituye un referente relevante, ya que incorpora variables asociadas a la especie, la región y el tipo de aprovechamiento. En este sentido, el modelo colombiano adquiere especial pertinencia para procesos de estimación de precios de productos forestales, como los propuestos en este análisis mediante agrupamientos de especies según su densidad, dado que el sistema funciona clasificando las especies por categorías y aplicando coeficientes diferenciados para el cálculo de la tasa correspondiente (Minambiente, 2018).

En relación con esta tasa por aprovechamiento de madera de bosque natural, también resulta relevante considerar los hallazgos de un estudio del **European Forest Institute (EFI)**, el cual estimó que los costos totales de la madera aserrada puesta en punto de acopio en Colombia oscilan entre **207.019 y 531.745 COP/m³**, dependiendo de la región. El mismo estudio señala que la tasa forestal (TCAFM), fijada en aproximadamente **105.000 COP/m³** tras la expedición del Decreto 1390 de 2018, puede representar en muchos casos **más del 20 % del precio de venta de la madera**, lo que incide directamente en la viabilidad económica del aprovechamiento legal del recurso forestal (EFI – EU REDD Facility et al., 2020).

Por otra parte, al revisar experiencias internacionales, se identifican enfoques complementarios para la valoración económica de la madera en pie. Un ejemplo relevante es el caso de **Perú**, donde se ha desarrollado una metodología orientada a calcular el valor económico de la madera en su estado natural. Este enfoque resulta particularmente pertinente frente a una de las inquietudes planteadas por los Núcleos de Desarrollo Forestal, quienes señalan que, además de la estructura de costos asociada al aprovechamiento, la madera en pie debería poseer un valor económico propio que también se refleje en el precio de mercado de los productos forestales.

En este contexto, el **Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú (SERFOR)** aprobó en 2016 la *Metodología para la determinación del valor al estado natural de la madera para el pago de derecho de aprovechamiento*, mediante la Resolución de Dirección Ejecutiva N.° 241-2016-SERFOR-DE. Esta metodología establece un sistema de clasificación que agrupa las especies en **categorías de valor que van de la A a la E**, lo que permite diferenciar el valor económico del recurso forestal en función de sus características, su valor comercial y su disponibilidad relativa. De esta manera, el modelo peruano constituye un referente adicional para comprender cómo distintos países han incorporado criterios técnicos y económicos en la valoración de la madera en pie dentro de sus sistemas de gestión forestal.

La fórmula usada es:

$$VEN = VR_{neto} \times F_{cobro} \times F_{conservación}$$

Donde:

- **VEN**: valor económico al estado natural de la madera por especie, en S/./m³ (Soles peruanos por metro cúbico) rollizo.
- **VR_neto**: valor residual neto por m³ rollizo.

- **F. cobro**: factor de cobro fijo del 10,5%.
- **F. conservación**: factor de conservación por especie, según su estatus en CITES, la Lista Roja de UICN y la normativa nacional.

El valor residual neto se calcula como:

$$VR_{neto} = Precio_{venta} \times VR\%$$

Donde el porcentaje de valor residual es del 15,75% para el Bosque Amazónico y del 20% para el Bosque Seco y Andino.

El **factor de conservación** multiplica el Valor Económico del Recurso (VEN) según el nivel de amenaza de la especie. En este esquema se asigna un valor de **2,00 para especies en peligro crítico (CR) o incluidas en el Apéndice I de CITES; 1,50 para especies en peligro (EN) o vulnerables (VU); 1,25 para especies casi amenazadas (NT); y 1,00 para aquellas clasificadas como de preocupación menor (LC)** (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR, 2016). Este mecanismo permite incorporar consideraciones de conservación dentro del cálculo económico del aprovechamiento forestal, desincentivando la extracción de especies con mayor grado de amenaza y reflejando su mayor valor ecológico dentro de la estructura tarifaria.

También se destaca el caso de **Indonesia**, donde se aplica una fórmula oficial para calcular la **Provisión de Recursos del Bosque (Provisi Sumber Daya Hutan – PSDH)**, que corresponde a un cobro estatal por la madera extraída de bosques de dominio público. La fórmula establece una **agrupación de especies en categorías comerciales**, similares a las que se plantean en el presente modelo: Meranti, Rimba Campuran (mezcla de bosque) y Kayu Indah (maderas finas o especiales). Adicionalmente, las tarifas se diferencian según clases diamétricas del árbol, estableciendo rangos de diámetro ≥ 30 cm, entre 20–29 cm y < 19 cm (Minister of Trade of the Republic of Indonesia, 2012). Este modelo indonesio resulta particularmente relevante porque demuestra la viabilidad operativa de agrupar especies por “familias” o tipos comerciales, en lugar de establecer precios individuales para cada especie, lo cual simplifica los mecanismos de valoración y facilita la gestión administrativa y comercial del recurso forestal.

Igualmente, relevante es el caso de **Columbia Británica (Canadá)**, que opera uno de los **sistemas de fijación de precios de madera en pie (stumpage) más sofisticados a nivel internacional**. Este sistema se basa en una **ecuación econométrica de regresión múltiple**, mediante la cual se estima la **Oferta Ganadora Estimada (Estimated Winning Bid – EWB)** a partir de información proveniente de subastas públicas de madera. Aunque este modelo se aplica en el contexto de bosques templados, su estructura metodológica ofrece lecciones valiosas para la construcción de **fórmulas transparentes de fijación de precios basadas en información de mercado** (Government of British Columbia, Ministry of Forests, 2024).

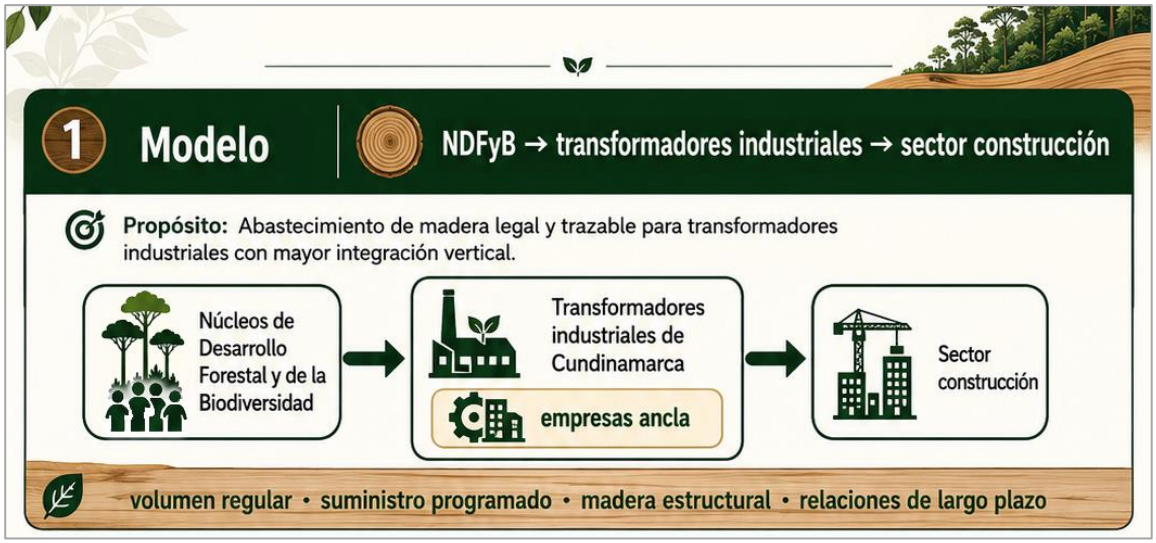
En particular, el sistema aplicado en la región interior de la provincia utiliza como parámetros los **Valores Promedio de Mercado de la madera aserrada (Average Market Values – AMVs) por grupo de especies**, así como variables económicas complementarias como **la** tasa de cambio del dólar estadounidense y el volumen anual acumulado de corta, todos ellos publicados periódicamente por la autoridad forestal. Lo más relevante de este modelo radica en que: (a) incorpora el precio de mercado como una variable dinámica dentro de la fórmula de valoración; (b) ajusta los valores mediante índices económicos como la inflación; (c) diferencia los cálculos según grupos de especies; y (d) publica periódicamente los parámetros utilizados, garantizando transparencia, trazabilidad y previsibilidad en la determinación de los precios del recurso forestal (Government of British Columbia, Ministry of Forests, 2024).

En ese sentido, se deja abierta la discusión para que, en el marco de los modelos de negocio propuestos, se evalúe la posibilidad de establecer una fórmula de fijación de precios construida de manera participativa entre las partes vinculadas al proceso.

8 DEFINICIÓN DE SECTOR Y CADENAS PRIORIZADAS

Con base en la información desarrollada en los Subproductos 1.1, 1.2 y 1.3 de la consultoría, así como en la definición de los productos que podrían ser ofertados por los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad —NDFyB— y en la identificación de aliados estratégicos inmediatos a partir de la encuesta aplicada, se priorizan las siguientes cadenas de valor para orientar la conformación de futuras alianzas comerciales, tal como se presenta en la siguiente figura:

Figura 20. Sectores y cadenas de los modelos de negocio propuestos.





Fuente: Geotem SAS.

8.1 Modelo de negocio 1 – NDFyB – transformadores industriales con mayor integración vertical (empresas ancla) – sector construcción

Modelo de Negocio 1. Tiene por objetivo establecer un esquema de negocio directo entre los Núcleos de Desarrollo Forestal y Biodiversidad de la Amazonía y la Orinoquía y las empresas de transformación de madera a nivel industrial, eliminando intermediarios, para garantizar el suministro oportuno, legal y de calidad (madera verde clasificada como pesada, semipesada o liviana).

Este modelo busca que las empresas transformadoras reciban madera aserrada, correctamente clasificada por densidad y uso, en volúmenes suficientes y programados, que les permitan planificar su producción, revisar y ajustar sus procesos en cuanto a la estandarización manejada y mejorar su competitividad, dada la integración vertical que ya tienen.

8.1.1 Justificación Modelo de negocio 1

La elección del **Modelo de Negocio 1: NDFyB – transformadores industriales con mayor integración vertical —empresas ancla— – sector construcción** resulta pertinente porque responde a una cadena de valor con alta capacidad de absorción de madera, mayores exigencias de regularidad en el abastecimiento y mejores condiciones para establecer relaciones comerciales directas y programadas. A diferencia de otros segmentos más atomizados, el sector de la construcción requiere volúmenes relativamente constantes, especificaciones técnicas claras y materiales clasificados según densidad, resistencia, dimensiones y uso esperado. Por ello, este modelo se orienta a empresas transformadoras industriales que cuentan con mayor capacidad operativa, infraestructura instalada y posibilidad de adaptar la madera proveniente de los NDFyB a productos o insumos para usos constructivos.

Su pertinencia también se sustenta en que la construcción es una de las cadenas priorizadas con mayor potencial para recibir madera legal, trazable y sostenible, especialmente en usos como elementos estructurales y no estructurales, formaletas, cimbras, andamios, campamentos, cubiertas, entrepisos, soluciones para vivienda rural o VIS, y componentes predimensionados. En este contexto, las empresas con mayor integración vertical pueden actuar como empresas ancla, dado que tienen más capacidad para consolidar demanda, transformar la madera, ajustar especificaciones técnicas y absorber volúmenes regulares provenientes de los núcleos.

Un aspecto diferencial de este modelo es la posibilidad de trabajar con una oferta proveniente de **bosque en pie**, lo que permite planificar el aprovechamiento desde el origen de acuerdo con requerimientos específicos de dimensión, especie, densidad y uso constructivo. Esto abre la posibilidad de coordinar pedidos antes de la corta, seleccionando piezas según las necesidades del diseño y no únicamente a partir de madera ya disponible en inventario. Por ejemplo, en algunos casos podría programarse la obtención de vigas o piezas largas, incluso de hasta **8 metros en una sola pieza**, siempre que las condiciones del árbol, la especie, el plan de manejo, el equipo de corte y la logística de transporte lo permitan.

Esta posibilidad representa una ventaja para el sector construcción, ya que las piezas largas y dimensionadas desde el origen pueden reducir la necesidad de uniones, empalmes y conectores, mejorar la continuidad de ciertos elementos, facilitar soluciones para cubiertas, pórticos, pérgolas, entrepisos, pasarelas o componentes especiales, y aportar mejores condiciones para el diseño arquitectónico y estructural. Además, al poder clasificar la madera por densidad —pesada, semipesada o liviana— y por propiedades físico-mecánicas, se favorece una asignación más adecuada de cada especie al uso constructivo correspondiente, siempre bajo criterios técnicos de diseño, cálculo estructural, secado, inmunización y control de calidad.

En relación con las oportunidades de mercado identificadas, este modelo se alinea con tendencias nacionales e internacionales que favorecen el uso de madera en construcción, tanto por sus atributos técnicos como por su contribución a soluciones de menor impacto

ambiental. La creciente valoración de materiales renovables, la búsqueda de alternativas con menor huella de carbono, el interés por sistemas constructivos más sostenibles y la expansión de soluciones en madera —incluyendo madera predimensionada y productos de ingeniería— refuerzan la oportunidad de posicionar madera amazónica y orinocense legal dentro de segmentos especializados del mercado.

Adicionalmente, en Cundinamarca se identificó una demanda relevante de madera y una disposición de parte de los transformadores para explorar madera proveniente de la Amazonía y la Orinoquía, siempre que existan garantías de legalidad, trazabilidad, calidad, continuidad y precio competitivo. Esta oportunidad es especialmente significativa para el sector construcción, porque algunas empresas presentan mayores volúmenes de compra, necesidades recurrentes de abastecimiento y capacidad para incorporar especies alternativas si cuentan con información técnica, clasificación por propiedades físico-mecánicas, pruebas de uso y acuerdos claros sobre dimensiones y calidad.

Desde el análisis DOFA, la selección de este modelo se justifica por varias fortalezas y oportunidades. Entre las fortalezas se destacan la existencia de NDFyB con planificación forestal, permisos de aprovechamiento, oferta multiespecie y procesos de transformación primaria; así como la presencia en Cundinamarca de empresas con infraestructura, experiencia comercial y capacidad de transformación. Entre las oportunidades se resaltan la posibilidad de diversificar especies, reducir intermediación, consolidar compras directas, mejorar la trazabilidad, atender nichos de alto valor y responder a una demanda creciente por madera legal y sostenible.

No obstante, el modelo también permite gestionar algunas debilidades y amenazas identificadas. La baja familiaridad del mercado con especies amazónicas, los costos logísticos, la competencia de sustitutos como MDF, PVC, metal, guadua o madera de plantación, y la percepción de riesgo frente a madera de bosque natural pueden ser abordadas mediante acuerdos con empresas ancla, contratos de suministro programado, fichas técnicas por especie, clasificación de la madera, consolidación de cargas y trazabilidad documental desde el origen.

En consecuencia, el Modelo de Negocio 1 se justifica porque articula una oferta forestal comunitaria legal, trazable, multiespecie y planificable desde el bosque en pie, con un segmento de demanda que requiere abastecimiento regular, especificaciones técnicas, piezas dimensionadas y relaciones comerciales de mayor escala. Su implementación permitiría avanzar hacia acuerdos directos entre los NDFyB y empresas industriales transformadoras con capacidad de generar insumos y soluciones en madera para el sector de la construcción. De esta manera, el modelo contribuye a mejorar la transparencia comercial, reducir la intermediación y abrir un mercado especializado para madera amazónica y orinocense proveniente de aprovechamiento forestal sostenible.

8.2 Modelo de negocio 2 – NDFyB – Centros de Acopio, acondicionamiento y distribución (nodos de agregación de valor) - Talleres de segunda transformación especializada (fabricación de muebles, carpintería especializada y soluciones arquitectónicas en madera).

Modelo de Negocio 2. Se plantea un esquema de articulación comercial entre los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad —NDFyB— de la Amazonía y la Orinoquía, centros de acopio ubicados en Cundinamarca y empresas de segunda transformación orientadas a la fabricación de muebles, carpintería especializada y soluciones arquitectónicas en madera.

Un componente central de este modelo es la participación de empresas interesadas en establecer alianzas con los NDFyB para actuar como centros de acopio en Cundinamarca. En este sentido, se identifican **Inmunizadora La Sabana**, clasificada como aliado estratégico inmediato, y **Maderas Alfred**, clasificada como aliado potencial. Estas empresas pueden facilitar la recepción, almacenamiento, clasificación, acondicionamiento y distribución de madera legal y trazable hacia micro, pequeñas y medianas empresas transformadoras.

Dentro de este segmento, **Maderas Bella Flor**, identificada como aliado estratégico inmediato, se toma como empresa tipo, dado su potencial para representar la demanda de talleres de segunda transformación que requieren madera diferenciada para mobiliario, carpintería especializada y soluciones arquitectónicas.

Este modelo busca atender principalmente la demanda de especies clasificadas como pesadas y semipesadas, las cuales pueden aportar valor en productos que requieren resistencia, durabilidad, apariencia, estabilidad y acabados de mayor calidad.

8.2.1 Justificación Modelo de negocio 2

La elección del Modelo de Negocio 2: NDFyB – Centros de Acopio, acondicionamiento y distribución (nodos de agregación de valor)– Talleres de segunda transformación especializada resulta pertinente porque responde a una cadena de valor amplia, diversa y con alta participación dentro del tejido empresarial de Cundinamarca: la fabricación de muebles, la carpintería especializada y las soluciones arquitectónicas en madera. A diferencia del sector construcción, donde pueden existir empresas con mayor integración vertical y capacidad de compra directa, este segmento está conformado principalmente por micro, pequeñas y medianas empresas que requieren volúmenes menores, mayor variedad de especies, entregas más flexibles y productos con características diferenciadas para diseño, acabados, mobiliario, carpintería fina y elementos arquitectónicos.

En este contexto, la incorporación de centros de acopio en Cundinamarca constituye un elemento clave del modelo, porque permite resolver una de las principales barreras identificadas para la articulación entre los NDFyB y los talleres especializados: la fragmentación de la demanda. Muchos talleres no tienen capacidad para comprar cargas completas directamente desde la Amazonía o la Orinoquía, ni para asumir de manera individual los costos logísticos, los tiempos de transporte, la gestión documental y la

clasificación inicial de la madera. Por ello, empresas como Inmunizadora La Sabana, identificada como aliado estratégico inmediato, y Maderas Alfred, identificada como aliado potencial, pueden cumplir un rol articulador al recibir, almacenar, clasificar, acondicionar y distribuir madera legal y trazable hacia talleres de segunda transformación.

La pertinencia del modelo también se sustenta en que los NDFyB cuentan con una oferta multiespecie que puede ser especialmente valiosa para muebles, carpintería especializada y soluciones arquitectónicas. Estas actividades no siempre requieren grandes volúmenes homogéneos, sino especies con atributos particulares de color, textura, dureza, densidad, estabilidad, apariencia y durabilidad. En este sentido, las especies pesadas y semipesadas provenientes de aprovechamiento forestal sostenible pueden orientarse a productos de mayor valor agregado, como mobiliario de diseño, puertas, escaleras, enchapes, mesones, elementos decorativos, carpintería arquitectónica, piezas especiales y soluciones a la medida.

El modelo se relaciona directamente con las oportunidades de mercado identificadas, en la medida en que existe una tendencia creciente hacia productos en madera con atributos de sostenibilidad, trazabilidad, origen legal, diseño diferenciado y menor impacto ambiental. En el mercado de muebles y carpintería, estos atributos pueden convertirse en factores de diferenciación frente a productos estandarizados, tableros industriales o materiales sustitutos. Además, la posibilidad de ofrecer madera amazónica y orinocense con historia de origen, manejo forestal comunitario y trazabilidad documental puede aportar valor comercial a talleres que buscan diferenciar su oferta ante consumidores, arquitectos, diseñadores, constructoras o clientes institucionales.

Desde el análisis DOFA, este modelo permite aprovechar varias fortalezas y oportunidades identificadas. Entre las fortalezas se destacan la existencia de NDFyB con permisos, planificación forestal, oferta multiespecie y procesos de transformación primaria; así como la presencia en Cundinamarca de empresas con experiencia en comercialización, inmunización, acopio, transformación y distribución de madera. Entre las oportunidades se resaltan la posibilidad de diversificar especies, atender nichos de alto valor, reducir intermediación, consolidar demanda, mejorar la trazabilidad y acercar la madera legal de bosque natural a talleres que no podrían vincularse directamente con los núcleos por limitaciones de escala.

Asimismo, el modelo contribuye a gestionar algunas debilidades y amenazas identificadas en el análisis. La baja familiaridad de los transformadores con especies amazónicas, los costos logísticos, la dispersión de pequeños compradores, la falta de clasificación técnica, la percepción de riesgo frente a madera de bosque natural y la competencia de sustitutos como MDF, aglomerados, PVC o madera de plantación pueden abordarse mediante centros de acopio que funcionen como nodos de confianza. Estos centros pueden facilitar fichas técnicas por especie, clasificación por densidad y uso, información sobre procedencia, trazabilidad documental, consolidación de cargas, inventarios disponibles y distribución en volúmenes adecuados para talleres pequeños y medianos.

En este sentido, empresas tipo como Maderas Bella Flor, identificada como aliado estratégico inmediato dentro del segmento de segunda transformación, pueden

beneficiarse de un modelo que no exige comprar directamente grandes volúmenes en origen, pero sí les permite acceder a madera legal, clasificada y diferenciada para productos de mayor valor agregado. Esto resulta especialmente relevante para talleres que requieren especies pesadas y semipesadas, piezas seleccionadas, lotes más pequeños y disponibilidad cercana en Cundinamarca.

En consecuencia, el Modelo de Negocio 2 se justifica porque conecta la oferta forestal comunitaria legal, trazable y multiespecie de los NDFyB con una demanda especializada, diversa y fragmentada, que requiere mecanismos intermedios de acopio, clasificación y distribución. Su implementación permitiría acercar la madera amazónica y orinocense a talleres de muebles, carpintería especializada y soluciones arquitectónicas, fortalecer mercados de mayor valor agregado, reducir barreras logísticas, mejorar la confianza comercial y ampliar las oportunidades de uso sostenible de especies provenientes de bosques naturales manejados.

8.3 Modelo de negocio 3 – Abastecimiento de subproductos y residuos de madera trazable de empresas transformadoras en Cundinamarca para su aprovechamiento en Biochar.

Modelo de Negocio 3. Tiene por objetivo organizar el aprovechamiento de subproductos y residuos generados por empresas transformadoras de madera en Cundinamarca —como aserrín, viruta, retales y piezas irregulares— para su conversión en biochar mediante un sistema portátil de pirólisis.

Este modelo plantea operar cerca de la fuente de generación de residuos, reduciendo los costos logísticos asociados al transporte de biomasa de baja densidad y transformando estos materiales en un producto sólido, estable y comercializable. El biochar podría destinarse a usos agrícolas, mejoramiento de suelos o aplicaciones ambientales.

Adicionalmente, el modelo incorpora un sistema de monitoreo, reporte y verificación —MRV— para registrar el origen y volumen de los residuos, los parámetros del proceso, la cantidad de biochar producido y el carbono almacenado en el producto final. Esta información permitiría estimar la remoción neta de CO_2 y facilitar la posible generación de créditos de carbono en mercados voluntarios.

Los ingresos del modelo provendrían de la venta de biochar, la eventual comercialización de créditos de carbono y los acuerdos de participación con las empresas transformadoras que aporten los residuos. De esta manera, el modelo busca valorizar materiales de bajo aprovechamiento, generar ingresos adicionales para las empresas, reducir emisiones asociadas a la disposición o quema de residuos y promover un uso más eficiente del recurso forestal.

8.3.1 Justificación Modelo de negocio 3

La elección del Modelo de Negocio 3: abastecimiento de subproductos y residuos de madera de empresas transformadoras en Cundinamarca para su aprovechamiento en biochar resulta pertinente porque responde a una necesidad transversal de la cadena

forestal: mejorar el uso integral del recurso maderable y valorizar materiales que, en muchos casos, tienen bajo aprovechamiento económico. En los procesos de transformación primaria y secundaria se generan aserrín, viruta, retales, trozas cortas, piezas irregulares y otros subproductos que no siempre logran incorporarse a productos de mayor valor. Por tanto, este modelo permite cerrar el ciclo productivo de la madera, reducir desperdicios y generar una nueva línea de negocio a partir de materiales residuales.

Su pertinencia frente a la cadena priorizada también radica en que Cundinamarca cuenta con una base empresarial transformadora amplia, especialmente en actividades de comercialización, aserrado, carpintería, fabricación de muebles, soluciones arquitectónicas y usos asociados a la construcción. Estas empresas generan residuos de manera recurrente; sin embargo, no todas cuentan con alternativas organizadas para su aprovechamiento. En este sentido, el modelo de biochar puede funcionar como un complemento de los modelos de negocio 1 y 2, al permitir que los residuos derivados de la transformación de madera legal, trazable y sostenible se incorporen también a una lógica de economía circular.

El uso de un sistema portátil de pirólisis es especialmente relevante porque se ajusta a una de las principales condiciones del mercado: los altos costos logísticos asociados al transporte de biomasa de baja densidad. En lugar de movilizar grandes volúmenes de aserrín, viruta o retales hacia una planta centralizada, el sistema se desplazaría temporalmente hasta los puntos donde se generan los residuos. Esto permite transformar materiales voluminosos y dispersos en un producto sólido, más estable, de mayor densidad y con mejores posibilidades de comercialización o uso local.

En relación con las oportunidades de mercado identificadas, el modelo se alinea con tendencias de economía circular, bioeconomía, reducción de emisiones, aprovechamiento de residuos y generación de productos con beneficios ambientales. El biochar puede orientarse a usos agrícolas, mejoramiento de suelos, restauración, manejo ambiental o aplicaciones asociadas a captura y almacenamiento de carbono. De esta manera, el modelo no solo genera una alternativa comercial para residuos de madera, sino que también puede aportar a mercados emergentes vinculados con soluciones climáticas y remociones de carbono.

Desde el análisis DOFA, este modelo permite aprovechar varias oportunidades identificadas para la cadena forestal. Entre ellas se destacan la posibilidad de diversificar líneas de negocio, mejorar la eficiencia en el uso del recurso, generar ingresos adicionales para empresas transformadoras y fortalecer atributos de sostenibilidad. Asimismo, responde a debilidades relacionadas con la baja gestión de residuos, la limitada medición ambiental, la ausencia de indicadores de aprovechamiento integral y la necesidad de incorporar mecanismos de trazabilidad y monitoreo dentro de la cadena.

El componente de monitoreo, reporte y verificación —MRV— fortalece la pertinencia del modelo, porque permite registrar el origen y volumen del residuo utilizado, los parámetros del proceso de pirólisis, la cantidad de biochar producido y el carbono almacenado en el producto final. Esta información es clave para respaldar la trazabilidad ambiental del proceso, cuantificar la remoción neta de CO_2 y explorar la eventual generación de créditos

de carbono verificables en mercados voluntarios. Así, el modelo incorpora una dimensión ambiental y financiera que puede aumentar su atractivo para empresas, aliados estratégicos e inversionistas.

El modelo también contribuye a gestionar amenazas identificadas en la cadena, como la competencia por precio, la presión de materiales sustitutos, los costos logísticos, la informalidad en el manejo de residuos y la baja diferenciación comercial. Al convertir residuos en un producto con valor ambiental y económico, las empresas transformadoras pueden mejorar su desempeño, diversificar ingresos y fortalecer su posicionamiento frente a clientes que demandan prácticas más sostenibles.

En consecuencia, el Modelo de Negocio 3 se justifica porque transforma una debilidad operativa de la cadena —la generación dispersa de residuos y subproductos de madera— en una oportunidad de economía circular, bioeconomía y mitigación climática. Su implementación permitiría valorizar materiales de bajo aprovechamiento, generar ingresos adicionales para las empresas transformadoras, reducir emisiones asociadas a la quema o disposición inadecuada de residuos, fortalecer la trazabilidad ambiental y ampliar las oportunidades de negocio asociadas al uso integral de la madera en Cundinamarca.

9 MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA EL DISEÑO Y ANÁLISIS DE MODELOS DE NEGOCIO SOSTENIBLES PROPUESTOS

9.1 Marco conceptual

Como una forma de abordar la sostenibilidad en la concepción de un **modelo de negocio sostenible**, aplicable a los sectores y cadenas priorizadas con el propósito de consolidar un mercado de madera proveniente del aprovechamiento sostenible de bosques naturales, se propone trabajar con un modelo de negocio que, si bien se inspira en el enfoque desarrollado por Osterwalder y Pigneur (2005), se complementa con los aportes de diversos autores, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 16. Enfoque manejado por diferentes autores integrados al modelo de negocio sostenible propuesto.

Bocken et al., (2014)	Plantea los **arquetipos de modelos de negocio sostenibles** como una forma de identificar y agrupar mecanismos y soluciones que apoyan el diseño de modelos de negocio con enfoque en la sostenibilidad. El propósito de estos arquetipos es construir un lenguaje compartido que facilite y acelere el desarrollo de modelos de negocio sostenibles, tanto en la investigación como en su aplicación práctica.
Joyce & Paquin (2016)	Proponen el **Lienzo de Modelo de Negocio de Triple Capa** como una herramienta para analizar e impulsar la innovación de modelos de negocio con enfoque en la sostenibilidad. Este enfoque amplía el lienzo tradicional al integrar dos dimensiones adicionales: una **dimensión ambiental**, basada en el análisis del ciclo de vida, y una **dimensión social**, sustentada en la perspectiva de los grupos de interés.

	De manera conjunta, estas tres capas permiten visibilizar con mayor claridad cómo las organizaciones crean valor en sus dimensiones **económica, ambiental y social**. Adicionalmente, el modelo incorpora dos nuevos criterios de análisis: la **coherencia horizontal** y la **coherencia vertical**.
Holmström et al., (2024)	Resaltan las ventajas de adoptar un enfoque de **modelo de negocio basado en proyectos** a partir del análisis de los componentes técnicos, económicos, sociales y ambientales asociados a proyectos de ampliación constructiva en madera, con el propósito de avanzar hacia mayores niveles de sostenibilidad. A diferencia del enfoque tradicional centrado en la empresa, este tipo de modelo permite una comprensión integral de los procesos de **creación, propuesta, entrega y captura de valor**, involucrando de manera articulada a todos los actores clave que participan en un proyecto de construcción.

Fuente: Geotem SAS a partir de los autores consultados.

En este sentido, un modelo de negocio constituye una herramienta conceptual que permite comprender cómo una empresa desarrolla su actividad económica y puede ser utilizada para fines de análisis, comparación y evaluación del desempeño, así como para la gestión, la comunicación y la innovación (Osterwalder y Pigneur, 2005).

Tomando como referencia lo planteado por Bocken et al. (2014), la base del modelo de negocio se estructura en tres elementos principales. En primer lugar, la propuesta de valor, que no se limita a la generación de retornos económicos a través de la oferta de productos y servicios, sino que debe aportar, de manera articulada, valor ecológico y/o social medible (Boons & Lüdeke-Freund, 2013). En segundo lugar, la creación y entrega de valor, a través de la cual las empresas capturan valor al aprovechar nuevas oportunidades comerciales, acceder a nuevos mercados y desarrollar nuevas fuentes de ingresos (Beltramello et al., 2013; Teece, 2010). Finalmente, la captura de valor, entendida como la forma en que la empresa obtiene ingresos a partir de la provisión de bienes, servicios o información a usuarios y clientes (Teece, 2010).

De acuerdo con Bocken et al. (2014), los modelos de negocio sostenibles actúan como un marco integrador que articula la innovación tecnológica y social con la sostenibilidad a nivel sistémico. Estos modelos permiten generar ventajas competitivas al ofrecer un mayor valor al cliente y, simultáneamente, contribuir al desarrollo sostenible tanto de la empresa como de la sociedad (Lüdeke-Freund, 2010). Desde el enfoque de la manufactura sostenible, los modelos de negocio orientados a la sostenibilidad buscan preservar el medio ambiente y mejorar la calidad de vida humana, incorporando una visión integral y organizacional basada en la triple cuenta de resultados, la inclusión de múltiples grupos de interés y el reconocimiento explícito del entorno y la sociedad como actores clave (Stubbs & Cocklin, 2008; Garetti & Taisch, 2012).

Cabe señalar que uno de los retos centrales radica en configurar modelos de negocio que permitan a las empresas capturar valor económico a partir de la generación simultánea de beneficios sociales y ambientales (Schaltegger et al., 2012). Si bien históricamente las mejoras en eficiencia y calidad se han reflejado de manera relativamente directa en

resultados económicos, persisten desafíos para comprender cómo la creación de valor social y ambiental puede traducirse en rentabilidad sostenida y en ventajas competitivas para las organizaciones (Bocken et al., 2014).

En este contexto, la innovación en el modelo de negocio se plantea como una vía para generar impactos positivos significativos y/o reducir de manera sustancial los impactos negativos sobre el medio ambiente y la sociedad, mediante transformaciones en la forma en que la organización y su red de valor crean, entregan y capturan valor, o redefinen sus propuestas de valor (Bocken et al., 2014).

9.2 Marco metodológico

Con base en el marco conceptual expuesto anteriormente, se propone una adaptación metodológica orientada al diseño y análisis de modelos de negocio sostenibles. Esta adaptación plantea una serie de pasos que facilitan la estructuración de propuestas para articular la oferta de madera proveniente del aprovechamiento sostenible de bosques naturales de la Amazonía y la Orinoquía, con la demanda de los sectores priorizados en los municipios del departamento de Cundinamarca.

En ese sentido el paso a paso metodológico se explica en detalle en el **Anexo 11**.

10 DISEÑO Y ANÁLISIS MODELO DE NEGOCIO 1 – NDFYB – TRANSFORMADORES INDUSTRIALES CON MAYOR INTEGRACIÓN VERTICAL (EMPRESAS ANCLA) – SECTOR CONSTRUCCIÓN

En el **Anexo 12** se presenta de manera detallada el análisis de los componentes asociados a cada una de las cuatro capas del modelo —económica, ambiental, social y técnica—. A continuación, se expone un análisis integral.

10.1 Capa económica Modelo de Negocio 1

El análisis horizontal de la capa económica muestra una articulación coherente entre la propuesta de valor, los componentes de creación y entrega de valor, y los mecanismos de captura de valor del Modelo de Negocio 1. En este caso, la propuesta parte de una necesidad concreta del segmento de clientes directos: empresas industriales transformadoras de madera con capacidad de actuar como empresas ancla, que requieren abastecimiento estable, legal, trazable y técnicamente confiable para sus procesos de transformación, inmunización, acondicionamiento y posterior oferta de insumos al sector construcción.

En respuesta a esta necesidad, el modelo plantea el suministro programado de madera amazónica y orinoquense proveniente de los NDFyB, clasificada por grupos de densidad —maderas pesadas, semipesadas y livianas—, con especificaciones técnicas claras, origen verificable, posibilidad de dimensionamiento desde el bosque en pie y acuerdos de volumen definidos según calendarios de compra. Esta propuesta responde directamente a los

criterios priorizados por las empresas ancla, especialmente calidad, permisos vigentes, origen verificable, continuidad del suministro y estabilidad en la relación comercial.

La creación y entrega de valor se soporta en una cadena operativa que conecta las capacidades de los NDFyB con las capacidades industriales de las empresas ancla. Los NDFyB aportan el recurso forestal bajo manejo sostenible, el conocimiento del bosque, la planificación del aprovechamiento, la transformación primaria y la preparación de madera dimensionada. Por su parte, las empresas ancla aportan infraestructura industrial, procesos de secado, inmunización, clasificación, control de calidad, almacenamiento y acceso al mercado de la construcción. Esta complementariedad permite transformar la madera amazónica y orinoquense en un insumo industrial más confiable y comercialmente viable.

Los canales del modelo refuerzan esta lógica, al estructurarse como canales B2B directos orientados a generar confianza, validar técnicamente nuevas especies y formalizar acuerdos de suministro. Estos canales incluyen visitas técnicas, misiones al territorio, entrega de muestras, lotes piloto, pruebas industriales, proyectos demostrativos, acuerdos de suministro programado, entrega directa en planta y, solo cuando sea necesario, consolidación logística mediante nodos. De esta manera, los canales no solo cumplen una función comercial, sino también técnica, logística y de aprendizaje conjunto.

De esta manera, y frente a un escenario de comercialización, el Modelo de Negocio 1 corresponde principalmente a un esquema **B2B directo de suministro programado y alianza de valor compartido** entre los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad —NDFyB— y empresas ancla, entendidas como transformadores industriales con mayor integración vertical y capacidad de abastecer al sector construcción en Cundinamarca. En este modelo, las empresas ancla no se conciben como intermediarios de los NDFyB, sino como aliados estratégicos que aportan capacidades de compra, recepción técnica, transformación, secado, preservación o inmunización cuando aplique, acondicionamiento, clasificación, control de calidad, almacenamiento, retroalimentación técnica y conexión con obras, proyectos constructivos, infraestructura, vivienda, soluciones rurales o compradores especializados.

El modelo se soporta en una relación de corresponsabilidad entre origen y destino. Los NDFyB aportan el recurso forestal proveniente de manejo sostenible, el conocimiento del bosque, la planificación del aprovechamiento, la organización de volúmenes, la transformación primaria, la documentación de origen, la trazabilidad inicial y la preparación de lotes. Por su parte, las empresas ancla aportan infraestructura industrial, criterios de compra, validación técnica, recepción conforme, acondicionamiento, transformación, control de calidad, información sobre requerimientos del mercado y retroalimentación al proveedor de origen. De esta manera, la relación comercial no se limita a comprar y vender madera, sino que busca construir una alianza estable en la que ambos actores reduzcan riesgos, mejoren la calidad, programen el suministro, fortalezcan confianza y capturen valor de manera más equilibrada.

Un componente central de este escenario es la **transferencia de conocimiento entre los NDFyB y las empresas ancla**. Los NDFyB conocen las especies, las condiciones del bosque, la disponibilidad del recurso, las posibilidades de aprovechamiento y las

restricciones territoriales; mientras que las empresas ancla conocen los requerimientos del mercado, las dimensiones demandadas, las exigencias de secado, estabilidad, resistencia, preservación, clasificación y aceptación en obra. La interacción entre ambos actores permite construir conocimiento colectivo sobre especies nativas amazónicas y orinoquenses que, aunque pueden presentar características físicas, mecánicas, estéticas o funcionales similares a especies comúnmente usadas en construcción, permanecen subutilizadas por desconocimiento técnico, falta de fichas, ausencia de pruebas o baja familiaridad del mercado.

En este escenario, al trabajar con NDFyB como los descritos en el documento, la comercialización ya se apoya en figuras organizativas de base territorial, asociativa o cooperativa en el origen, según corresponda. Por tanto, no se requiere plantear un escenario cooperativo adicional como si fuera externo al modelo, sino reconocer que dicha organización de origen permite consolidar oferta, coordinar aprovechamientos, organizar volúmenes, gestionar soportes documentales, fortalecer la trazabilidad, preparar lotes y negociar condiciones mínimas comunes frente a las empresas ancla.

La comercialización se plantea sobre lotes o paquetes de madera amazónica y orinoquense legal, trazable y proveniente de manejo forestal sostenible, clasificada por especie, grupo funcional, densidad, dimensiones, humedad, calidad, uso recomendado y aptitud técnica para transformación industrial o aplicaciones constructivas. Cada lote debe contar con soporte documental, trazabilidad, información de origen y, cuando aplique, ficha técnica, código de lote, QR o pasaporte digital. Esta estructura responde a la necesidad de las empresas ancla de reducir riesgos asociados a ilegalidad, variabilidad de calidad, falta de continuidad, desconocimiento de especies, sobrecostos logísticos y baja confianza en el origen del material.

Además, el acceso a madera proveniente de **bosques manejados sosteniblemente en pie** constituye un diferencial relevante para el sector construcción. A diferencia de una oferta basada únicamente en piezas comerciales disponibles en depósitos o intermediarios, este modelo permite planificar desde el origen la selección, clasificación, dimensionamiento y preparación del material, generando la posibilidad de acceder a piezas, bloques, vigas, tablones, cuartones o madera aserrada con medidas de mayor interés para aplicaciones constructivas, siempre que el aprovechamiento, la transformación primaria, el transporte y la recepción se realicen bajo condiciones legales, técnicas y de trazabilidad verificable.

Los canales de comercialización incluyen visitas técnicas y comerciales, misiones de las empresas ancla a los NDFyB, entrega de muestras, lotes piloto, pruebas industriales, ruedas de negocio, talleres demostrativos, proyectos constructivos piloto, acuerdos marco, órdenes de compra, contratos de suministro programado y entrega directa en planta. De manera complementaria, pueden utilizarse catálogos técnico-comerciales, fichas por especie, tableros de disponibilidad, QR de trazabilidad, pasaporte digital y plataformas digitales B2B especializadas como instrumentos de información, prevalidación, seguimiento, transferencia de conocimiento y transparencia comercial, sin sustituir los acuerdos directos entre las partes ni los soportes legales de movilización, trazabilidad y recepción.

En este modelo también resulta pertinente considerar escenarios de **compra responsable**, **compras corporativas sostenibles** y **proyectos demostrativos con empresas constructoras, desarrolladores, operadores de obra o compradores institucionales**, siempre que se mantenga la lógica central del modelo: la empresa ancla actúa como socio industrial y comercial que transforma, valida y posiciona la madera legal y trazable en el mercado de construcción, mientras que el NDFyB participa como proveedor organizado, aliado de origen y custodio de una oferta forestal sostenible.

La captura de valor se distribuye entre ambos eslabones: para los NDFyB, mediante mejores condiciones de negociación, mayor estabilidad de demanda, reducción de intermediación informal, aprovechamiento planificado y reconocimiento de atributos de legalidad, sostenibilidad y manejo forestal; y para las empresas ancla, mediante acceso a madera legal, trazable, diferenciada, técnicamente clasificada y potencialmente dimensionada según requerimientos del sector construcción, con menor riesgo reputacional, mayor seguridad de abastecimiento y mejores posibilidades de posicionamiento en mercados responsables.

En consecuencia, el escenario de comercialización del Modelo de Negocio 1 no debe entenderse como una intermediación tradicional, sino como una **alianza directa de abastecimiento programado, transferencia de conocimiento, transformación industrial y generación compartida de valor**, orientada a consolidar una cadena más estable, legal, trazable, técnicamente confiable y conectada con las necesidades reales del sector construcción en Cundinamarca.

Las actividades clave, los recursos, las asociaciones y los desarrollos tecnológicos mantienen coherencia con la propuesta de valor. La gestión forestal sostenible, la clasificación por densidad, el dimensionamiento inicial, la trazabilidad, la coordinación logística, las pruebas industriales y la definición de fórmulas transparentes de precio permiten reducir los riesgos percibidos por las empresas ancla frente a la ilegalidad, la inestabilidad del suministro, la falta de volumen o el desconocimiento de especies. A su vez, las alianzas con transportadores, entidades técnicas, gremios, autoridades ambientales, usuarios finales y posibles organismos de certificación fortalecen la capacidad del modelo para operar bajo condiciones de legalidad, eficiencia y sostenibilidad.

La captura de valor se materializa principalmente a través de la venta de madera legal, trazable y clasificada por densidad a las empresas ancla, en presentaciones como bloques, vigas predimensionadas, tablones, cuartones o madera aserrada, según el nivel de transformación pactado. Estos ingresos pueden provenir de ventas por transacción y, progresivamente, de contratos de suministro programado con compromisos de volumen, condiciones de pago, estándares de calidad y fórmulas de precio previamente acordadas. Esto permite dar mayor previsibilidad a los NDFyB y reducir la incertidumbre de abastecimiento para las empresas transformadoras.

La estructura de costos es consistente con las actividades necesarias para operar el modelo, pues incorpora manejo forestal, aprovechamiento, transformación primaria, acopio, cubicación, documentación, transporte, cumplimiento normativo, trazabilidad, fortalecimiento organizativo y desarrollos tecnológicos. En este sentido, la viabilidad

económica depende de que el precio de venta por m³, el volumen comercializado y la eficiencia logística sean suficientes para cubrir los costos variables, los costos fijos y las inversiones requeridas.

La **aproximación** de viabilidad económica refuerza esta lectura. Bajo el escenario base, con ruta logística directa y región de origen Amazonía, el modelo presenta un VAN positivo cercano a $302,0 millones, una TIR de 41,7%, una relación beneficio-costo de 1,05, un margen unitario estimado de $327.875 por m³, un punto de equilibrio de aproximadamente 634 m³/año y un volumen proyectado en año régimen de 1.410 m³/año. Adicionalmente, el ejercicio considera una merma supuesta de 5,0% y una intermediación evitada estimada de 25,0%, asociada a la relación directa entre los NDFyB y las empresas ancla. Estos resultados sugieren que, bajo los supuestos actuales, el modelo tendría capacidad para cubrir sus costos y generar valor económico, siempre que se mantengan condiciones adecuadas de precio, volumen, eficiencia logística, calidad, trazabilidad y cumplimiento de pagos.

En conjunto, la capa económica evidencia que el Modelo de Negocio 1 no se limita a la venta de madera, sino que propone organizar una cadena de abastecimiento legal, programada y técnicamente validada entre los NDFyB y las empresas industriales transformadoras de Cundinamarca. La coherencia horizontal de la capa se expresa en que la propuesta de valor responde a una demanda real del segmento, la creación y entrega de valor se apoya en capacidades complementarias entre origen y destino, y la captura de valor se sustenta en ingresos por suministro programado, control de costos y una aproximación financiera preliminar favorable.

A continuación, se presenta una ficha que resume los principales aspectos analizados en la capa económica del modelo de negocio 1.

Tabla 17. Ficha resumen integral de la capa económica – modelo de negocio 1.

Enfoque general	
Analiza cómo el modelo genera, entrega y captura valor económico mediante la articulación entre los NDFyB y empresas industriales transformadoras de madera en Cundinamarca, que actúan como empresas ancla y posteriormente abastecen al sector construcción.	
Componentes que apuntan a la propuesta de valor	
Descripción del segmento de clientes directos	El segmento está conformado por empresas industriales transformadoras con capacidad de compra, infraestructura de transformación, secado, inmunización o acondicionamiento, y potencial para establecer acuerdos de abastecimiento directo. Las empresas inicialmente priorizadas son La Inmunizadora S.A.S., Inmunizadora Maderas Alianza S.A.S. e Inmunizadora Serrano Gómez.
Propuesta de valor	El modelo ofrece suministro programado de madera amazónica y orinoquense legal, trazable y proveniente de manejo forestal sostenible, clasificada por grupos de densidad —pesadas, semipesadas y livianas— , con especificaciones técnicas claras, origen verificable, acuerdos de volumen y posibilidad de dimensionamiento desde el bosque en pie.
Relaciones con el cliente	Las relaciones se estructuran bajo un enfoque B2B industrial, orientado a construir confianza, reducir la percepción de riesgo, validar nuevas

	especies, promover acuerdos de suministro programado y fortalecer el aprendizaje técnico entre los NDFyB y las empresas ancla.
Descripción de los canales	Los canales permiten conectar la oferta de los NDFyB con las empresas ancla, no solo para vender madera, sino para sensibilizar, validar técnicamente, formalizar compras, organizar entregas y hacer seguimiento posterior al desempeño del material en procesos industriales.
Canales de sensibilización. Incluyen visitas técnicas y comerciales, misiones de las empresas ancla a los NDFyB, presentaciones por grupos de densidad, entrega de muestras, fichas técnicas, ruedas de negocio y talleres demostrativos. Su objetivo es reducir desconfianza frente a nuevas especies y al origen amazónico y orinoquense de la madera.	
Canales de evaluación técnica. Comprenden lotes piloto, pruebas industriales, ensayos de secado, inmunización, clasificación, dimensionamiento y evaluación del desempeño físico, mecánico y estructural. Permiten validar la madera antes de escalar compras de mayor volumen.	
Canales de compra y comercialización. Incluyen venta directa bajo acuerdos de suministro programado, compras piloto, pedidos bajo especificación desde bosque en pie, entrega directa en planta y consolidación logística intermedia cuando sea necesario. Estos canales permiten pactar volúmenes, calidades, precios, documentación y condiciones de pago.	
Canales de distribución y entrega (esquema logístico). Priorizan el transporte terrestre directo desde los NDFyB hasta las plantas de las empresas ancla cuando el volumen lo permite. Los nodos logísticos se consideran opcionales y solo se activan para consolidar carga de varios NDFyB o proveedores sostenibles ubicados sobre la misma ruta.	
Canales postventa. Incluyen seguimiento técnico al desempeño de las especies, retroalimentación sobre calidad, secado, inmunización y dimensionamiento, ajuste de especificaciones, comités técnicos y acompañamiento a pilotos. Buscan consolidar relaciones de largo plazo y mejorar futuros despachos.	
Escenario de Comercialización*	El Modelo de Negocio 1 opera bajo un esquema B2B directo de suministro programado y alianza de valor compartido entre NDFyB y empresas ancla industriales orientadas al sector construcción. Los NDFyB aportan madera legal y trazable proveniente de bosques manejados sosteniblemente, conocimiento del recurso, planificación del aprovechamiento, organización de volúmenes y transformación primaria; mientras que las empresas ancla aportan capacidad industrial, secado, inmunización cuando aplique, clasificación, control de calidad, validación técnica, retroalimentación y acceso al mercado constructivo. La comercialización se realiza mediante lotes o paquetes clasificados por especie, grupo funcional, densidad, dimensiones, humedad, calidad y uso recomendado, con posibilidad de dimensionamiento desde el bosque en pie. El escenario incluye transferencia de conocimiento para validar especies nativas subutilizadas, reducir la percepción de riesgo y construir una oferta técnicamente confiable.
Componentes que apuntan a la creación y entrega de valor	
Recursos clave	Los NDFyB aportan bosque bajo manejo sostenible, permisos, conocimiento territorial, capacidades de aprovechamiento y transformación primaria. Las empresas ancla aportan infraestructura industrial, secado, inmunización, almacenamiento, control de calidad, logística y canales comerciales.
Actividades clave	Comprenden planificación del aprovechamiento, clasificación por densidad, transformación primaria, dimensionamiento, acopio, cubicación, gestión logística, articulación comercial, pruebas industriales,

	trazabilidad, cumplimiento normativo y definición de fórmulas transparentes de precio.
Asociaciones clave	Incluyen relaciones comprador–proveedor entre NDFyB y empresas ancla, alianzas con transportadores, universidades, centros de investigación, gremios, autoridades ambientales, organismos de certificación, mercados sostenibles y usuarios finales para pilotos demostrativos.
Desarrollos tecnológicos clave	Se relacionan con herramientas de inventario forestal, SIG, monitoreo, aserraderos portátiles, tecnologías de corte eficiente, secado e inmunización, sistemas digitales de trazabilidad, códigos QR, RFID, plataformas de gestión comercial y herramientas para nuevos productos en madera.
Componentes que apuntan a la captura de valor	
Descripción del flujo de ingresos	Los ingresos provienen principalmente de la venta de madera legal, trazable y clasificada por densidad a las empresas ancla, en presentaciones como bloques, vigas predimensionadas, tablones, cuartones o madera aserrada. También se proyectan ingresos recurrentes mediante contratos de suministro programado y posibles primas por sostenibilidad o trazabilidad.
Descripción de la estructura de costos	La estructura de costos incluye manejo forestal, inventarios, aprovechamiento, transformación primaria, acopio, cubicación, documentación, transporte, cumplimiento normativo, trazabilidad, fortalecimiento organizativo, capacitación, gestión administrativa e inversiones tecnológicas.
Aproximación a la viabilidad económica	La viabilidad económica se evaluó mediante economía unitaria por m³, flujo de caja proyectado, punto de equilibrio, VAN, TIR, relación beneficio-costo y análisis de variables críticas. Bajo el escenario base y ruta directa, el ejercicio muestra resultados preliminares favorables, sujetos a validación de precios, costos reales, volúmenes comprometidos, logística, calidad y condiciones de pago.
La capa económica muestra coherencia entre la necesidad del cliente, la oferta de valor, los mecanismos de entrega y la captura económica. El modelo organiza la oferta forestal de los NDFyB, reduce riesgos de legalidad, calidad y abastecimiento, y plantea una relación comercial programada con empresas ancla que pueden transformar la madera y posicionarla en el sector construcción.	
* En esta etapa no es posible precisar con el nivel de detalle solicitado aspectos como el mecanismo contractual definitivo, el actor que vende o factura, el canal específico de venta, la forma exacta de agregación de oferta y demanda, el soporte digital o el esquema de posventa. Estos elementos requieren una fase posterior de socialización, concertación, validación jurídica, definición de roles comerciales y suscripción de instrumentos entre los actores participantes, como fue planteado en la ruta de vinculación y articulación comercial.	

Fuente: Geotem SAS a partir del anexo 12.

La siguiente figura resume lo analizado frente a la capa económica para el modelo de negocio 1.

Figura 21. Capa económica – Modelo de Negocio 1. Link



Fuente: Geotem SAS

10.1.1 Esquema logístico Modelo de Negocio 1

El esquema logístico del Modelo de Negocio 1 organiza el flujo de madera amazónica y orinoquense legal, trazable y proveniente de manejo forestal sostenible desde los NDFyB hasta empresas industriales transformadoras ubicadas en Cundinamarca, que actúan como empresas ancla y posteriormente abastecen al sector construcción.

El proceso inicia en los bosques bajo manejo forestal sostenible de los NDFyB, principalmente Coagroitilla y Orotuyo, donde se realiza la planificación del aprovechamiento, inventario, selección de árboles, marcación, cubicación y verificación de especies y volúmenes. Posteriormente, se adelanta el aprovechamiento y una transformación primaria en origen, permitiendo que la madera salga dimensionada en bloques, vigas predimensionadas, cuartones, tablones o piezas especiales, según lo pactado con la empresa ancla.

Luego, la madera se acopia y prepara por lotes, clasificándola por especie, densidad, dimensiones y calidad, con su respectiva cubicación, identificación y documentación. Para su movilización hacia Cundinamarca se contemplan dos alternativas: el envío terrestre directo a la planta de la empresa ancla, que constituye el flujo principal cuando el volumen lo permite; y el uso opcional de un nodo logístico de consolidación, solo cuando sea necesario agrupar carga de varios NDFyB o proveedores sostenibles ubicados en la misma ruta.

En la planta de la empresa ancla se realiza la recepción técnica, documental y comercial del lote, verificando trazabilidad, volumen, dimensiones, calidad y condiciones del material. Posteriormente, la empresa transforma y acondiciona la madera mediante procesos como secado, inmunización, clasificación, cepillado, control de calidad y dimensionamiento final, para luego distribuirla como insumo, pieza o solución maderable hacia proyectos del sector construcción.

El modelo se soporta en un flujo documental continuo que acompaña la madera desde el bosque hasta el producto final, incluyendo plan de manejo, registros de cubicación, autorización de aprovechamiento, guías o salvoconductos de movilización, facturación, soportes de legalidad y registros de trazabilidad. De esta manera, el esquema busca reducir intermediación, mejorar la correspondencia entre oferta y demanda, fortalecer la confianza entre NDFyB y empresas ancla, y posicionar madera de bosques naturales manejados sostenibleme en aplicaciones constructivas.

La siguiente figura presenta lo anterior.

Figura 22. Esquema logístico modelo de negocio 1.



Fuente: Geotem SAS.

10.1.2 Roles y responsabilidades por tipo de actor Modelo de Negocio 1

Tabla 18. Actores y roles frente al modelo de negocio 1.

Actor	Rol dentro del modelo	Responsabilidades principales	Responsabilidades ambientales	Responsabilidades sociales	Responsabilidades técnicas
Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad — NDFyB—	Proveedores organizados de madera amazónica y orinoquense legal, trazable y sostenible; base productiva del modelo.	Implementar manejo forestal sostenible; realizar inventarios y censos forestales; planificar el aprovechamiento; ejecutar tala dirigida, troceo, transformación primaria, cubicación, clasificación inicial y preparación de lotes; organizar la oferta por especie, grupo de densidad, calidad, dimensión y presentación; garantizar legalidad, trazabilidad y soporte documental; coordinar el suministro programado hacia empresas ancla.	Aplicar prácticas de aprovechamiento de bajo impacto; proteger la regeneración natural, biodiversidad, suelo y fuentes hídricas; minimizar residuos y pérdidas durante el aprovechamiento y aserrado primario; optimizar el uso de maderas pesadas, semipesadas y livianas; promover aprovechamiento de subproductos; asegurar trazabilidad ambiental desde el bosque hasta la entrega.	Generar empleo e ingresos rurales; fortalecer organizaciones comunitarias y procesos asociativos; promover participación de comunidades locales en actividades forestales; garantizar transparencia en la distribución de beneficios; reconocer conocimientos territoriales sobre el bosque; reducir estigmas asociados a ilegalidad mediante una oferta legal y verificable.	Fortalecer capacidades en inventarios, planificación de aprovechamiento, identificación de especies, cubicación, tala dirigida, transformación primaria, clasificación por densidad, calidad y dimensión; preparar madera en bloques, tablones, cuartones, piezas aserradas o predimensionadas; comprender requerimientos técnicos de las empresas ancla en secado, inmunización, dimensionamiento, humedad, defectos y calidad.
Empresas ancla transformadoras industriales	Compradores industriales estratégicos y articuladores de la cadena hacia el sector construcción. Incluyen empresas con capacidad de transformación, inmunización, secado, clasificación, acondicionamiento y dimensionamiento de madera.	Comprar madera legal y trazable de forma recurrente; validar especies amazónicas y orinoquenses; realizar secado, inmunización, clasificación, dimensionamiento y acondicionamiento industrial; establecer estándares de calidad; desarrollar pruebas industriales; estructurar acuerdos de suministro programado; transformar la madera y ofrecer insumos, piezas o soluciones maderables al sector construcción.	Mejorar eficiencia energética en secado, inmunización, mecanizado y almacenamiento; reducir desperdicios en procesos industriales; gestionar adecuadamente residuos, aserrín, virutas, retales y subproductos; controlar uso de preservantes, barnices, adhesivos y otros insumos químicos; promover economía circular y aprovechamiento de residuos; reducir impactos asociados a procesos industriales.	Establecer relaciones comerciales estables, transparentes y equitativas con los NDFyB; promover condiciones laborales formales y seguras en planta; apoyar capacitación y transferencia de conocimiento hacia actores territoriales; reducir asimetrías de información; fortalecer confianza entre territorios productores y mercado industrial; contribuir a una cultura empresarial basada en legalidad y responsabilidad socioambiental.	Desarrollar procesos industriales de secado, inmunización, clasificación, dimensionamiento, mecanizado y control de calidad; validar técnicamente maderas pesadas, semipesadas y livianas; generar información sobre desempeño físico, mecánico, durabilidad, estabilidad dimensional y aptitud constructiva; definir especificaciones técnicas para los NDFyB; apoyar pilotos, prototipos y proyectos demostrativos.

Actor	Rol dentro del modelo	Responsabilidades principales	Responsabilidades ambientales	Responsabilidades sociales	Responsabilidades técnicas
Transportadores y operadores logísticos	Operadores de la movilización de madera desde los NDFyB hasta las plantas industriales de las empresas ancla; eventualmente, hacia nodos de consolidación cuando aplique.	Organizar transporte terrestre o multimodal; coordinar cargue, traslado y descargue; conservar documentación de movilización; cumplir rutas y tiempos pactados; apoyar consolidación de cargas cuando sea necesario; garantizar entrega directa a planta ancla como flujo preferente del modelo.	Optimizar rutas y consolidación de carga para reducir emisiones por m³ transportado; minimizar pérdidas, deterioro o mezcla de material durante el traslado; reducir viajes subutilizados; usar sistemas adecuados de amarre, apilado y protección; contribuir a la eficiencia logística y energética de la cadena.	Garantizar condiciones laborales y de seguridad vial para conductores y auxiliares; facilitar la conexión entre territorios forestales y centros industriales; contribuir a la estabilidad de la cadena mediante cumplimiento de entregas; reducir conflictos logísticos mediante coordinación clara con NDFyB y empresas ancla.	Manejar la carga según especie, grupo de densidad, volumen, dimensión y presentación; conservar la trazabilidad del lote durante la movilización; verificar correspondencia entre documentos, volumen y destino; aplicar buenas prácticas de cargue, protección y descargue; reportar novedades de ruta, daños o retrasos.
Nodos logísticos o puntos de consolidación opcionales	Puntos de apoyo logístico que solo se activan cuando el volumen, la ruta o las condiciones operativas justifican consolidar carga antes de enviarla a las empresas ancla.	Recibir cargas de uno o varios NDFyB; verificar documentación y trazabilidad; apoyar cubicación, consolidación, clasificación y despacho; organizar cargas hacia una o varias empresas ancla; reducir costos cuando el envío directo no sea viable.	Evitar manipulaciones innecesarias; reducir viajes parciales mediante consolidación; prevenir deterioro por almacenamiento inadecuado; mantener separación de lotes para evitar mezcla de material; controlar residuos, mermas y condiciones de almacenamiento temporal.	Evitar que el nodo se convierta en una intermediación costosa sin valor agregado; mantener transparencia en costos, responsabilidades y beneficios; facilitar la participación de NDFyB con menores volúmenes; contribuir a relaciones comerciales más equilibradas.	Aplicar protocolos de recepción, cubicación, identificación de lotes, clasificación, almacenamiento temporal y despacho; mantener registros de entrada y salida; conservar trazabilidad física y documental; apoyar control de calidad previo a la entrega en planta ancla.
Universidades, centros de investigación y entidades de formación técnica	Soporte técnico, científico y formativo para caracterización de especies, validación industrial y desarrollo de aplicaciones constructivas.	Investigar propiedades físicas, mecánicas y de trabajabilidad de especies amazónicas y orinoquenses; apoyar pruebas de secado, inmunización, clasificación y dimensionamiento; elaborar fichas técnicas; acompañar pilotos industriales y prototipos constructivos; fortalecer capacidades de NDFyB y empresas ancla.	Generar conocimiento sobre manejo forestal sostenible, desempeño ambiental de especies y eficiencia en el uso de madera; apoyar alternativas de valorización de residuos; promover soluciones de economía circular; contribuir a evaluar beneficios ambientales de la madera frente a materiales de mayor huella.	Desarrollar procesos de formación para comunidades, operarios, técnicos y empresas; fortalecer capacidades locales; facilitar transferencia de conocimiento entre origen y destino; promover inclusión de jóvenes, aprendices y trabajadores en procesos de formación forestal e industrial.	Caracterizar tecnológicamente especies pesadas, semipesadas y livianas; desarrollar ensayos de resistencia, durabilidad, estabilidad dimensional, secado, inmunización y trabajabilidad; apoyar normas, protocolos de calidad, fichas técnicas y recomendaciones de uso; contribuir a proyectos demostrativos como cabañas,

Actor	Rol dentro del modelo	Responsabilidades principales	Responsabilidades ambientales	Responsabilidades sociales	Responsabilidades técnicas
					estructuras rurales o componentes constructivos.
Entidades públicas y autoridades ambientales	Reguladores, garantes de legalidad, trazabilidad y soporte institucional del modelo.	Otorgar, supervisar o verificar permisos de aprovechamiento y movilización; controlar legalidad y trazabilidad; promover madera legal; facilitar formalización de actores; apoyar articulación institucional y cumplimiento normativo en la cadena.	Supervisar el cumplimiento de planes de manejo forestal; prevenir tala ilegal; controlar impactos ambientales del aprovechamiento, movilización y transformación; fortalecer monitoreo forestal; promover conservación del bosque y manejo sostenible del recurso.	Fortalecer la gobernanza del sector forestal; promover participación comunitaria; facilitar procesos de formalización y transparencia; apoyar relaciones comerciales más equitativas; proteger derechos e intereses de comunidades vinculadas al manejo forestal sostenible.	Establecer lineamientos técnicos y normativos para aprovechamiento, movilización, transformación y comercialización; orientar el uso de SUNL/VITAL, guías, salvoconductos, registros y Libro de Operaciones Forestales; promover estándares técnicos de trazabilidad, calidad y control documental.
Gremios sectoriales y plataformas de articulación comercial	Articuladores sectoriales, promotores de mercado y facilitadores de encadenamientos entre NDFyB, empresas ancla y usuarios del sector construcción.	Promover el uso de madera legal, trazable y sostenible; facilitar ruedas de negocio; difundir oportunidades comerciales; articular actores forestales, industriales y de construcción; apoyar posicionamiento de especies amazónicas y orinoquenses; promover buenas prácticas en la cadena.	Difundir estándares ambientales y buenas prácticas de manejo, transformación y uso de madera; promover la madera como material renovable y de menor huella frente a sustitutos; apoyar el aprovechamiento de especies diversas para reducir presión sobre pocas especies comerciales.	Facilitar espacios de diálogo entre comunidades, empresas, instituciones y compradores; promover cultura de legalidad y consumo responsable; visibilizar el aporte de los NDFyB y comunidades forestales; fortalecer redes de cooperación y confianza sectorial.	Difundir estándares técnicos, fichas de especies, criterios de calidad y recomendaciones de uso; facilitar intercambio de conocimiento entre productores, transformadores, constructores y centros de investigación; apoyar adopción de innovaciones técnicas y validación de nuevas especies.
Entidades de certificación, verificación y mercados sostenibles	Validadores de sostenibilidad, trazabilidad, legalidad y diferenciación comercial.	Verificar origen legal y trazabilidad; evaluar cumplimiento de criterios de manejo forestal sostenible; facilitar acceso a mercados diferenciados; promover certificaciones o verificaciones voluntarias; fortalecer credibilidad de la madera amazónica y orinoquense.	Auditar criterios ambientales de manejo forestal, cadena de custodia o trazabilidad; verificar que la madera no provenga de tala ilegal o deforestación; promover mejora continua en gestión ambiental; apoyar acceso a mercados que valoren sostenibilidad.	Verificar criterios sociales asociados a condiciones laborales, participación comunitaria, transparencia, distribución de beneficios y respeto territorial; promover relaciones comerciales responsables; fortalecer confianza de compradores y consumidores finales.	Evaluar estándares técnicos de trazabilidad, clasificación, calidad y cadena de custodia; apoyar protocolos de verificación por lote; incentivar mejoras técnicas continuas en manejo, transformación primaria, secado, inmunización, clasificación y comercialización.

Actor	Rol dentro del modelo	Responsabilidades principales	Responsabilidades ambientales	Responsabilidades sociales	Responsabilidades técnicas
Proveedores de insumos, maquinaria y servicios técnicos tercerizados	Soporte operativo para aprovechamiento, transformación primaria, secado, inmunización, mantenimiento, trazabilidad, transporte y gestión de residuos.	Suministrar equipos, herramientas, combustibles, repuestos, preservantes, barnices, adhesivos, servicios de mantenimiento, secado, disposición de residuos, sistemas digitales o asistencia técnica; apoyar la operación de NDFyB y empresas ancla sin trasladar impactos no gestionados.	Ofrecer insumos de menor toxicidad y bajo impacto; garantizar fichas de seguridad, manejo adecuado de preservantes y disposición responsable de residuos; apoyar eficiencia energética, mantenimiento preventivo y valorización de subproductos; reducir impactos indirectos de la tercerización.	Contribuir a condiciones de trabajo seguras mediante equipos adecuados y capacitación; facilitar acceso a tecnologías apropiadas; evitar dependencia tecnológica excesiva; apoyar fortalecimiento de capacidades de operarios forestales e industriales.	Proveer soporte técnico en maquinaria, equipos de corte, secado, inmunización, medición de humedad, trazabilidad, mantenimiento y control de calidad; capacitar usuarios; garantizar funcionamiento adecuado de equipos; apoyar estándares técnicos y seguridad operativa.
Usuarios finales del sector construcción y proyectos demostrativos	Validadores de mercado y adopción del producto transformado por las empresas ancla.	Incorporar productos de madera amazónica y orinoquense transformada en proyectos reales; participar en pilotos demostrativos; validar aceptación comercial; retroalimentar a empresas ancla sobre desempeño, funcionalidad, apariencia, durabilidad y mantenimiento; promover nuevas aplicaciones constructivas.	Usar eficientemente la madera; favorecer diseños durables, reparables, desmontables y reutilizables; extender la vida útil de productos mediante mantenimiento; promover sustitución de materiales de mayor huella cuando sea técnicamente viable; facilitar recuperación o valorización al final de vida.	Promover consumo responsable de madera legal, trazable y sostenible; valorar el origen social del producto forestal; contribuir a posicionar la madera amazónica y orinoquense como material asociado a desarrollo territorial y conservación productiva; incentivar mercados que reconozcan el aporte de comunidades forestales.	Aplicar especificaciones técnicas adecuadas en diseño, construcción, instalación y mantenimiento; participar en pilotos constructivos, prototipos o proyectos demostrativos; retroalimentar sobre resistencia, durabilidad, estabilidad, acabados y comportamiento en uso; validar aplicaciones de maderas pesadas, semipesadas y livianas en soluciones constructivas.

Fuente: Geotem SAS.

10.2 Capa ambiental Modelo de Negocio 1

Los componentes de la propuesta de valor ambiental explican **por qué el modelo puede generar un valor ambiental diferencial frente a otros materiales o sistemas productivos**.

El elemento central es el **valor funcional**, que corresponde a la provisión de madera amazónica legal, trazable y proveniente de manejo forestal sostenible para usos productivos como construcción, carpintería, mobiliario o infraestructura. Desde el enfoque ambiental, este valor se mide principalmente por el volumen de madera sostenible utilizado en el mercado y por su capacidad de **sustituir materiales con mayor huella de carbono**, como el acero o el concreto. Esto posiciona a la madera como un material renovable que contribuye a reducir emisiones y a promover sistemas constructivos de menor impacto ambiental.

Otro componente fundamental es el **fin de vida**, que incorpora principios de economía circular dentro del modelo. En esta etapa se promueve la reutilización de componentes de madera, el reciclaje de residuos y la valorización energética cuando otras alternativas no son posibles.

Este enfoque permite extender la vida útil de los materiales, reducir la extracción de nuevos recursos forestales y disminuir la generación de residuos a lo largo del ciclo de vida del producto.

Finalmente, la **fase de uso** analiza los impactos ambientales asociados al momento en que la madera es utilizada por los clientes o usuarios finales. Aunque esta etapa implica consumo de energía en procesos de transformación secundaria o mantenimiento del material, también representa uno de los principales beneficios ambientales del modelo, ya que los productos de madera pueden almacenar carbono durante largos periodos y reemplazar materiales más intensivos en energía.

En conjunto, estos tres componentes muestran que el valor ambiental del modelo no se limita al origen sostenible del recurso forestal, sino que se extiende a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

Los componentes de creación y entrega de valor describen **cómo se materializa el valor ambiental dentro de la cadena de valor forestal**, desde el bosque hasta el mercado.

El componente de **producción** abarca las actividades de aprovechamiento forestal, transformación primaria y transformación industrial de la madera. Desde el enfoque ambiental, el modelo busca aplicar prácticas de manejo forestal sostenible, reducir impactos sobre el suelo y la biodiversidad, mejorar la eficiencia energética y promover el aprovechamiento de residuos generados durante el procesamiento de la madera.

El componente de **materiales** identifica los recursos biofísicos utilizados en el sistema productivo. El principal recurso es la madera proveniente de bosques manejados sostenibleMente, complementada con insumos industriales como preservantes, barnices o adhesivos.

La gestión ambiental se orienta a mejorar la eficiencia en el uso de estos materiales, optimizar el consumo de agua y energía y reducir desperdicios dentro de la cadena productiva.

El componente de **aprovisionamiento y tercerización** considera las actividades de soporte necesarias para operar la cadena forestal, como suministro de energía, combustibles, transporte, mantenimiento de maquinaria o servicios tecnológicos.

Aunque estas actividades no generan directamente el valor funcional, sí influyen en la huella ambiental del modelo, por lo que su gestión se orienta a seleccionar proveedores responsables, mejorar la eficiencia logística y reducir impactos indirectos asociados a la cadena de suministro.

Los **desarrollos tecnológicos y la gestión ambiental** constituyen un elemento clave para fortalecer la sostenibilidad del modelo. Tecnologías como sistemas de trazabilidad digital, monitoreo satelital del bosque, herramientas SIG o maquinaria industrial más eficiente permiten mejorar el control del manejo forestal, optimizar el uso de recursos y reducir desperdicios en los procesos productivos.

Finalmente, la **distribución** analiza la logística de transporte de la madera desde los territorios forestales hasta los centros industriales y los mercados. Debido a las largas distancias y a las condiciones geográficas de la Amazonía y la Orinoquía, la optimización logística, la consolidación de cargas y la planificación eficiente de rutas son aspectos clave para reducir el consumo de combustibles y la huella de carbono de la cadena de suministro.

En conjunto, estos componentes muestran que la creación de valor ambiental depende de **la gestión integral del recurso forestal, la eficiencia productiva y la optimización logística de la cadena de valor**.

Por su parte, los componentes de captura de valor permiten evaluar **los resultados ambientales finales del modelo**, tanto en términos de impactos negativos como de beneficios generados.

El componente de **impactos ambientales** identifica los principales efectos ecológicos asociados a las actividades de la cadena de valor forestal.

Entre los más relevantes se encuentran las alteraciones del suelo y la vegetación, y la perturbación de la biodiversidad durante el aprovechamiento forestal, las emisiones derivadas del transporte y de los procesos industriales, los riesgos asociados al uso de insumos químicos y la generación de residuos de madera en los procesos de transformación. Reconocer estos impactos permite identificar los puntos críticos del sistema y orientar estrategias de gestión ambiental para reducirlos.

Por su parte, el componente de **beneficios ambientales** evidencia los resultados positivos del modelo cuando el aprovechamiento forestal se realiza bajo criterios de sostenibilidad.

Entre estos beneficios se destacan la conservación de los bosques naturales, la captura y almacenamiento de carbono, la sustitución de materiales con mayor huella ambiental, el

fortalecimiento de la legalidad forestal y la promoción de economías territoriales basadas en el manejo sostenible del bosque.

En conjunto, estos componentes permiten evaluar el desempeño ambiental del modelo y demostrar que la articulación entre los Núcleos de Desarrollo Forestal y las empresas ancla puede generar **beneficios ambientales que superan los impactos asociados a la actividad productiva**, siempre que el manejo forestal y los procesos industriales se realicen bajo criterios de sostenibilidad.

La siguiente figura resume lo analizado frente a la capa ambiental para el modelo de negocio 1.

Figura 23. Capa ambiental – Modelo de negocio 1 Link



Fuente: Geotem SAS.

10.3 Capa social Modelo de Negocio 1

Los componentes de **valor social, cultura social y usuario o consumidor final** describen la manera en que el modelo genera valor para la sociedad y para los actores territoriales que participan en la cadena forestal.

En primer lugar, el **valor social** se fundamenta en la capacidad del modelo para fortalecer economías forestales sostenibles en territorios donde el bosque constituye uno de los principales activos productivos. La articulación entre los Núcleos de Desarrollo Forestal (NDF) y las empresas ancla permite generar oportunidades de empleo, ingresos y desarrollo productivo para comunidades rurales, al tiempo que promueve la formalización del sector forestal y el fortalecimiento de capacidades técnicas y organizativas.

Por su parte, el componente de **cultura social** se relaciona con los cambios en valores, prácticas y percepciones sociales frente al uso del bosque. El modelo promueve una visión del bosque como un recurso productivo sostenible, capaz de generar beneficios económicos sin comprometer su conservación. Asimismo, fomenta prácticas empresariales basadas en la legalidad, la trazabilidad y la responsabilidad socioambiental, fortaleciendo una cultura sectorial orientada hacia la sostenibilidad.

Finalmente, el componente de **usuario o consumidor final** evidencia la demanda social que sustenta el modelo. Los sectores que utilizan la madera —como construcción, infraestructura, carpintería, mobiliario y proyectos turísticos— constituyen los usuarios finales del producto transformado. En estos mercados, la madera de origen legal y sostenible se posiciona como un material renovable que responde a una creciente demanda por soluciones constructivas con menor huella ambiental.

En conjunto, estos componentes muestran que la propuesta de valor social del modelo no se limita al suministro de madera, sino que incorpora objetivos de desarrollo territorial, sostenibilidad social y transformación cultural en la relación entre sociedad y bosques.

Los componentes de **comunidades locales, gobernanza, empleados o colaboradores, desarrollos tecnológicos y gestión social, y escala de alcance** describen los mecanismos a través de los cuales el modelo genera y distribuye valor social en la cadena forestal.

Las **comunidades locales** constituyen uno de los actores centrales del modelo, ya que habitan los territorios donde se encuentran los recursos forestales y participan en actividades de manejo, aprovechamiento y transformación primaria de la madera. El modelo busca establecer relaciones de cooperación y confianza con estas comunidades, reconociendo sus conocimientos tradicionales y promoviendo beneficios compartidos.

El componente de **gobernanza** se refiere a las estructuras organizativas y mecanismos de coordinación que permiten articular a los NDF con las empresas ancla y otros actores institucionales. Esta gobernanza se basa en acuerdos de suministro, espacios de diálogo y sistemas de seguimiento que permiten gestionar la cadena de valor de forma transparente y fortalecer la confianza entre los actores.

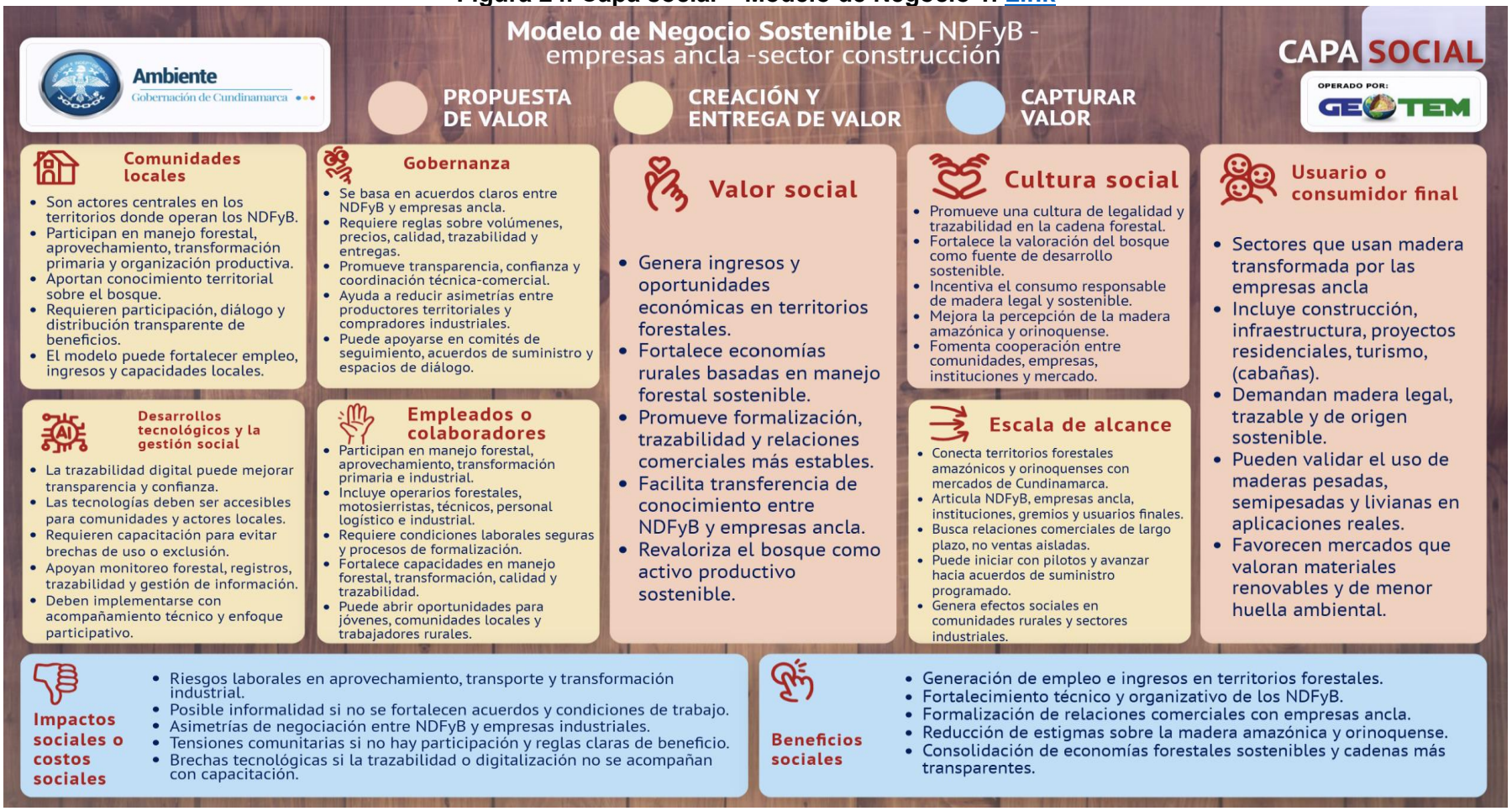
Por otro lado, los **empleados o colaboradores** representan el capital humano del modelo. En los territorios forestales participan trabajadores vinculados al manejo del bosque, inventarios forestales y transformación primaria, mientras que en las empresas ancla se concentran trabajadores asociados a procesos industriales de tratamiento, secado, inmunización y comercialización. La articulación entre estos actores permite generar empleo rural, fortalecer capacidades técnicas y promover procesos de formación y formalización laboral.

El componente de **desarrollos tecnológicos y gestión social** muestra cómo herramientas como los sistemas de trazabilidad digital o el monitoreo forestal pueden mejorar la transparencia y la articulación entre actores. Sin embargo, su implementación debe acompañarse de procesos de capacitación y apropiación tecnológica para evitar brechas de acceso entre actores con diferentes capacidades.

Finalmente, la **escala de alcance** refleja la profundidad de las relaciones entre actores y el alcance territorial del modelo. Este conecta territorios forestales amazónicos y de la Orinoquía con mercados regionales y nacionales, integrando productores, empresas, instituciones públicas, organizaciones de apoyo técnico y actores académicos.

En conjunto, estos componentes evidencian que la creación y entrega de valor social se sustenta en la articulación institucional, el fortalecimiento de capacidades locales y la construcción de relaciones de largo plazo entre actores de la cadena forestal.

Figura 24. Capa social – Modelo de Negocio 1. Link



Fuente: Geotem SAS

10.4 Capa técnica Modelo de Negocio 1

Frente a los componentes relacionados con la propuesta de valor y desde la capa técnica estos se describen a continuación.

El valor técnico del modelo se fundamenta en las **propiedades físicas y mecánicas de las especies forestales** provenientes de manejo sostenible en los NDF, las cuales permiten su utilización en múltiples aplicaciones productivas y constructivas. Este valor se fortalece mediante los **procesos industriales de transformación realizados por las empresas ancla** —secado, dimensionado, clasificación estructural e inmunización— que mejoran el desempeño, durabilidad y estabilidad del material. Asimismo, la **generación de información técnica sobre las especies y sus aplicaciones** reduce la incertidumbre del mercado y facilita su incorporación en sectores como la construcción, la carpintería o el mobiliario.

En relación con la **cultura frente al cambio** determina el **grado de apertura de los actores del mercado para adoptar nuevas especies, tecnologías o soluciones constructivas en madera**. En el sector maderero persisten prácticas técnicas tradicionales que privilegian especies conocidas, lo que puede limitar la adopción de especies amazónicas con propiedades adecuadas. El modelo busca transformar esta situación mediante **procesos de validación técnica, pilotos demostrativos, prototipos constructivos y generación de evidencia técnica**, que permitan reducir la percepción de riesgo y facilitar la aceptación de nuevas alternativas de madera en el mercado.

Por parte a los **paradigmas de uso** estos corresponden a **las creencias y prácticas técnicas predominantes que orientan la selección de especies y las aplicaciones de la madera**. Históricamente, el sector se ha concentrado en un número reducido de especies comerciales, lo que ha generado la subutilización de muchas especies amazónicas con potencial técnico. El modelo propone **revisar y actualizar estos paradigmas mediante experimentación técnica, desarrollo de nuevas aplicaciones y generación de información sobre el desempeño de especies menos conocidas**, ampliando así las oportunidades de uso de la madera proveniente de manejo forestal sostenible.

En cuanto a los componentes relacionados con la creación y entrega de valor técnico se reseñan a continuación.

La **transferencia de conocimiento** permite **fortalecer las capacidades técnicas a lo largo de toda la cadena de valor**, desde el manejo forestal en los NDF hasta la transformación industrial en las empresas ancla. Este proceso incluye formación técnica, acompañamiento especializado e intercambio de experiencias que facilitan la adopción de buenas prácticas, estándares de calidad y mejoras en los procesos productivos. De esta manera se incrementa la eficiencia del aprovechamiento forestal y la calidad del material que ingresa al mercado.

De otro lado, la experticia técnica corresponde al **conocimiento especializado aportado por profesionales del sector forestal, expertos en tecnología de la madera, investigadores y especialistas industriales**. Estos actores contribuyen a mejorar la

planificación forestal, optimizar procesos de transformación, validar nuevas especies y desarrollar soluciones constructivas. Además, facilitan la generación de conocimiento aplicado y la toma de decisiones técnicas que fortalecen el desempeño del modelo de negocio.

Frente al soporte tecnológico comprende las **herramientas, equipos y sistemas que respaldan la gestión técnica de la cadena forestal**. Esto incluye tecnologías para inventarios forestales, sistemas de información geográfica, herramientas de trazabilidad digital y maquinaria especializada para procesos industriales como secado, inmunización o clasificación estructural. Estas tecnologías contribuyen a mejorar la eficiencia productiva, fortalecer la trazabilidad del recurso y aumentar la confiabilidad de la cadena de suministro.

En cuanto a las competencias técnicas se refieren a las **habilidades y capacidades necesarias para operar adecuadamente las diferentes etapas de la cadena de valor**. En los NDF incluyen inventarios forestales, planificación de aprovechamientos, técnicas de extracción de bajo impacto y transformación primaria. En las empresas ancla abarcan procesos industriales como secado, preservación, clasificación estructural y control de calidad. El fortalecimiento de estas competencias permite mejorar el desempeño técnico del modelo y garantizar que los productos cumplan con estándares requeridos por el mercado.

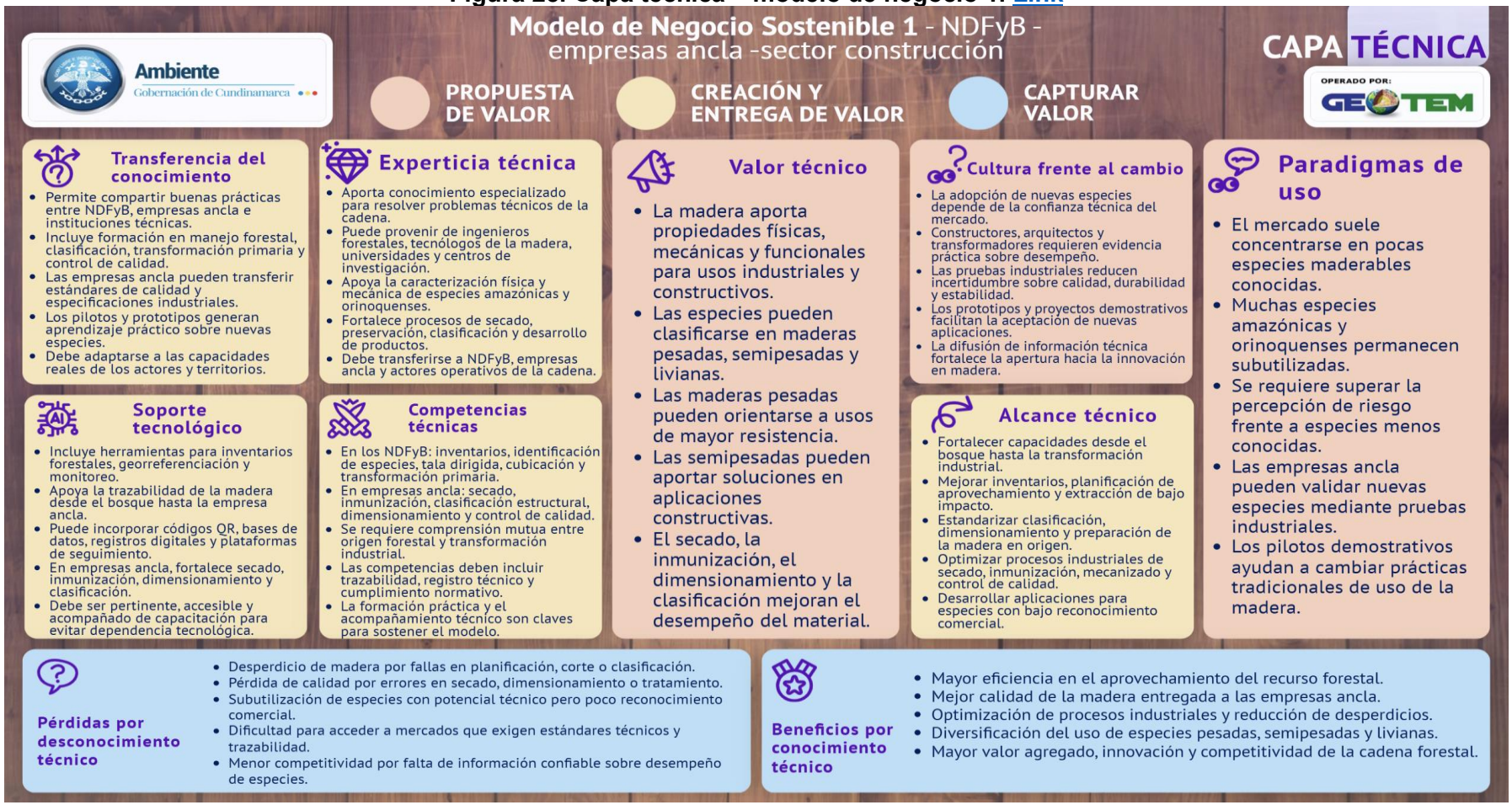
También se tiene el alcance técnico que se refiere al **conjunto de mejoras y desarrollos necesarios para fortalecer las capacidades técnicas de la cadena forestal**, desde el manejo del bosque hasta la transformación industrial y el desarrollo de nuevas aplicaciones para las especies maderables. Este alcance implica un proceso progresivo de mejora técnica que considera las condiciones territoriales, las capacidades existentes y las oportunidades de mercado, con el fin de optimizar el aprovechamiento del recurso y ampliar el uso de especies forestales actualmente subutilizadas.

Por otra parte, se tienen los **componentes relacionados con la captura de valor técnico.**

En ese sentido, las pérdidas por desconocimiento técnico corresponden a **ineficiencias productivas, desperdicio de material y oportunidades desaprovechadas** derivadas de la falta de capacidades técnicas en la cadena de valor. Estas pérdidas pueden ocurrir en el aprovechamiento forestal, en los procesos de transformación de la madera o en la falta de información sobre el desempeño de especies forestales. Aunque no siempre son visibles en el corto plazo, pueden afectar la competitividad del modelo al reducir el valor potencial del recurso forestal y limitar el acceso a mercados que demandan mayores estándares técnicos.

Finalmente, el fortalecimiento del conocimiento técnico genera beneficios importantes para la cadena forestal, como **mayor eficiencia en el aprovechamiento del recurso, optimización de los procesos industriales, diversificación del uso de especies forestales y desarrollo de productos con mayor valor agregado**. Además, la generación y circulación de conocimiento entre NDF, empresas ancla, universidades y centros de investigación fortalece las capacidades técnicas del sector y facilita la adopción de innovaciones, lo que mejora la competitividad y sostenibilidad del modelo en el largo plazo.

Figura 25. Capa técnica – modelo de negocio 1. Link



Fuente: Geotem SAS.

11 DISEÑO Y ANÁLISIS MODELO DE NEGOCIO 2 – NDFyB – CENTROS DE ACOPIO, ACONDICIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN (NODOS DE AGREGACIÓN DE VALOR) - TALLERES DE SEGUNDA TRANSFORMACIÓN ESPECIALIZADA (FABRICACIÓN DE MUEBLES, CARPINTERÍA ESPECIALIZADA Y SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS EN MADERA)

En el **Anexo 13** se presenta de manera detallada el análisis de los componentes asociados a cada una de las cuatro capas del modelo —económica, ambiental, social y técnica—. A continuación, se expone un análisis integral.

11.1 Capa económica – modelo de negocio 2

Desde el análisis horizontal, la capa económica del Modelo de Negocio 2 presenta una lógica coherente entre la **propuesta de valor**, la **creación y entrega de valor** y la **captura de valor económico**, en la medida en que todos sus componentes responden a una misma necesidad: conectar la oferta de madera amazónica y orinoquense legal, trazable y sostenible de los NDFyB con una demanda más fragmentada, compuesta por talleres de segunda transformación especializada que requieren volúmenes menores, mayor flexibilidad, disponibilidad cercana y madera técnicamente clasificada. Esta lectura se ajusta al marco metodológico, que organiza la capa económica en componentes asociados al segmento de clientes, propuesta de valor, canales, recursos, actividades, alianzas, desarrollos tecnológicos, ingresos y costos.

En primer lugar, la **propuesta de valor** se fundamenta en resolver una barrera económica y operativa concreta: muchos talleres no pueden comprar cargas completas directamente desde Amazonía u Orinoquía, ni asumir por cuenta propia los costos logísticos, la gestión documental, la clasificación inicial y los riesgos asociados al origen de la madera. Por ello, el modelo propone una oferta diferenciada de madera legal, trazable, clasificada en maderas pesadas, semipesadas y livianas, disponible en Cundinamarca y ajustada a las necesidades de mobiliario, carpintería arquitectónica, acabados, elementos decorativos y soluciones a la medida.

En segundo lugar, la **creación y entrega de valor** se concentra en el nodo de acopio, acondicionamiento y distribución, el cual constituye el elemento estructural del modelo. Este nodo no debe entenderse como un simple intermediario, sino como un aliado operativo y comercial del NDFyB, encargado de recibir, verificar, clasificar, almacenar, acondicionar, fraccionar y distribuir la madera hacia múltiples talleres. De esta forma, el nodo convierte una oferta forestal distante y multiespecie en una oferta comercial cercana, organizada, disponible y confiable para compradores de menor escala.

Asimismo, los canales del modelo son consistentes con esta lógica, ya que no se limitan a la venta de madera. Incluyen sensibilización, evaluación técnica, comercialización conjunta, abastecimiento programado, venta fraccionada, pedidos bajo especificación, agregación de demanda, distribución local y postventa. Estos canales permiten reducir la incertidumbre de

los talleres frente a la legalidad, calidad, disponibilidad, comportamiento técnico y oportunidad de entrega de la madera proveniente de los NDFyB.

Frente al escenario de comercialización del Modelo de Negocio 2 este corresponde a un esquema de **agregación de oferta, acondicionamiento técnico, fraccionamiento comercial de la demanda y alianza de valor compartido** entre los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad —NDFyB—, los Centros de Acopio, Acondicionamiento y Distribución ubicados en Cundinamarca y los talleres de segunda transformación especializada. Este modelo responde a una demanda más fragmentada, conformada por carpinterías, fabricantes de muebles, empresas de acabados, talleres de piezas decorativas, soluciones arquitectónicas en madera y compradores que requieren menores volúmenes, mayor variedad de especies, cercanía, disponibilidad flexible y soporte técnico-documental.

En este escenario, los NDFyB no se entienden como proveedores aislados ni los Centros de Acopio, Acondicionamiento y Distribución como intermediarios que compran y revenden sin agregar valor. Por el contrario, el modelo plantea una relación de **corresponsabilidad** en la que los NDFyB actúan como aliados de origen, aportando madera legal, trazable y proveniente de manejo forestal sostenible, conocimiento territorial, planificación del aprovechamiento, clasificación inicial, preparación de lotes y documentación de soporte; mientras que los Centros de Acopio, Acondicionamiento y Distribución actúan como aliados técnicos, logísticos y comerciales que reciben, verifican, clasifican, secan, estabilizan, almacenan, fraccionan, generan sublotes, preparan pedidos, conservan trazabilidad y acercan la oferta forestal a talleres que no podrían abastecerse directamente desde la Amazonía o la Orinoquía.

En este sentido, el Centro de Acopio, Acondicionamiento y Distribución debe funcionar como un **nodo de agregación de valor** y no como una intermediación adicional. Su justificación económica y comercial está en reducir costos unitarios mediante consolidación de cargas, estabilizar inventarios, mejorar la rotación, fraccionar volúmenes, disminuir incertidumbre técnica, generar sublotes trazables, facilitar la disponibilidad local de madera legal y retroalimentar a los NDFyB sobre los requerimientos reales del mercado en cuanto a especies, dimensiones, humedad, defectos, calidades, acabados y usos finales.

El modelo también incorpora un componente de **aprendizaje conjunto y transferencia de conocimiento** entre los NDFyB, los Centros de Acopio, Acondicionamiento y Distribución, los talleres especializados, empresas ancla cuando aplique, universidades, laboratorios, gremios y aliados técnicos. Esta interacción permite construir conocimiento colectivo sobre especies nativas amazónicas y orinoquenses poco conocidas o subutilizadas, que pueden tener características técnicas, estéticas o funcionales similares a especies comúnmente usadas en mobiliario, carpintería, acabados o soluciones arquitectónicas, pero que no han logrado posicionarse por falta de información, fichas técnicas, pruebas de trabajabilidad, estabilidad dimensional, calidad superficial o validación comercial.

Por lo anterior, el Modelo de Negocio 2 puede operar como una plataforma flexible para desarrollar **microlotes, sublotes, productos piloto, pruebas de trabajabilidad y fichas de desempeño** por especie o grupo funcional. Incluso, sin desnaturalizar la lógica del

Modelo de Negocio 1, algunos ejercicios iniciales de aprendizaje o prevalidación de especies con potencial constructivo pueden apoyarse en estos centros, especialmente cuando se requiera recibir, clasificar, secar, dimensionar, estabilizar o preparar muestras antes de avanzar hacia pruebas con empresas ancla o proyectos constructivos. En todo caso, la validación final para usos constructivos seguirá correspondiendo al flujo propio del Modelo de Negocio 1, mientras que el Modelo de Negocio 2 aporta flexibilidad, escala manejable y aprendizaje aplicado sobre nuevas especies.

La comercialización se plantea sobre lotes, microlotes o sublotes de madera amazónica y orinoquense legal, trazable y proveniente de manejo forestal sostenible, clasificada por especie, grupo funcional, densidad, dimensión, humedad, calidad, apariencia, uso recomendado y aptitud para transformación especializada. Cada lote o sublote debe conservar el vínculo con su origen legal y contar con soporte documental, trazabilidad, ficha técnica o ficha de desempeño cuando aplique, registro de inventario, criterios de aceptación y destino comercial previsto.

Los canales de comercialización incluyen ruedas de negocio locales, visitas técnicas, entrega de muestras, catálogos por especie y grupo de densidad, fichas técnicas, fichas de desempeño, showroom físico, centro de experiencia de madera sostenible, catálogo digital de disponibilidad, ventas por pedido, ventas por microlotes o sublotes, compras colectivas de talleres, acuerdos de suministro entre NDFyB y Centro de Acopio, Acondicionamiento y Distribución, acuerdos comerciales entre el centro y los talleres, distribución local y acompañamiento posventa sobre trabajabilidad, humedad, calidad, acabado y uso recomendado. También puede evaluarse una plataforma digital especializada para el sector de muebles, carpintería y acabados, orientada a publicar disponibilidad de sublotes, características técnicas, trazabilidad, precios de referencia, condiciones de entrega, solicitudes de compra y resultados de pruebas piloto.

Adicionalmente, el escenario puede incorporar una lógica **B2B2C** cuando los talleres transformen la madera en muebles, piezas de carpintería, acabados o soluciones arquitectónicas y comuniquen al comprador final el origen legal, la trazabilidad, la historia territorial, el manejo forestal sostenible y los atributos de diseño, calidad y sostenibilidad del producto. En este caso, el valor comercial no se concentra únicamente en vender madera, sino en convertir una oferta forestal distante y multiespecie en productos diferenciados, técnicamente confiables, trazables y con narrativa de origen.

En consecuencia, el escenario de comercialización del Modelo de Negocio 2 no debe entenderse como una intermediación tradicional, sino como una **alianza de corresponsabilidad entre NDFyB, Centros de Acopio, Acondicionamiento y Distribución y talleres especializados**, orientada a consolidar una oferta cercana, flexible, trazable, técnicamente clasificada y con mayor valor agregado para mercados de mobiliario, carpintería, acabados, diseño y soluciones arquitectónicas en Cundinamarca.

De igual manera, los recursos y actividades clave muestran una adecuada complementariedad entre actores. Los NDFyB aportan el bosque bajo manejo sostenible, los permisos, la trazabilidad, la transformación primaria y la oferta multiespecie; el nodo aporta infraestructura, inventario, clasificación, acondicionamiento y relaciones

comerciales; y los talleres aportan la transformación final, la validación práctica de especies y el acceso al mercado de productos de mayor valor agregado. Esta articulación permite que el modelo no dependa de un único comprador de gran escala, sino de una red de talleres que pueden generar demanda recurrente si el nodo mantiene inventario, calidad y confianza.

En tercer lugar, la **captura de valor económico** depende de que el valor agregado por el nodo compense los costos adicionales que introduce el modelo. Los ingresos se generan principalmente por la venta de madera legal, trazable, clasificada y acondicionada a talleres especializados, así como por servicios complementarios de corte, re-aserrado, dimensionamiento, secado, clasificación, preparación de pedidos, distribución local y apoyo a pruebas técnicas. Sin embargo, esta captura solo será viable si existe una estructura transparente de costos que diferencie los costos en origen, transporte, operación del nodo, almacenamiento, mermas, fraccionamiento, distribución local, gestión comercial, trazabilidad y capital de trabajo.

Como complemento al análisis de la capa económica del Modelo de Negocio 2, se estructuró una **aproximación** preliminar de viabilidad económica basada en la economía unitaria por metro cúbico, la capacidad operativa de los centros de acopio, la demanda agregada de talleres especializados, el flujo de caja proyectado y los principales indicadores financieros del modelo.

Bajo el escenario optimista, con operación a través de **nodo en Cundinamarca** y región de origen **Amazonía**, el modelo presenta resultados favorables. El ejercicio arroja un **VAN positivo de $455,2 millones**, una **TIR de 37,6%**, una relación **beneficio-costo de 1,05**, un **margen unitario de $301.693 por m³** y un punto de equilibrio aproximado de **796 m³/año**. Frente a este umbral, el volumen proyectado en año régimen alcanza **1.793 m³/año**, lo que indica que el modelo tendría capacidad para cubrir sus costos y generar valor económico bajo los supuestos actuales.

El análisis contempla una **merma supuesta de 6,0%** y considera la operación con **dos centros de acopio actuales**, los cuales cumplen una función estructural en el modelo al recibir, clasificar, almacenar, acondicionar, fraccionar y distribuir la madera hacia talleres de segunda transformación especializada. En consecuencia, el punto crítico de la capa económica es evitar que el nodo se convierta en una intermediación que encarece la madera sin generar valor. Su justificación económica radica en su capacidad para reducir costos unitarios mediante consolidación de cargas, estabilizar inventarios, mejorar la rotación, fraccionar volúmenes, facilitar trazabilidad, disminuir incertidumbre técnica y acercar la madera a talleres que no podrían abastecerse directamente desde los territorios de origen.

Finalmente, la viabilidad económica del modelo dependerá de cinco condiciones principales: validar precios de venta que reconozcan el valor agregado de la madera legal y trazable; asegurar volúmenes suficientes y rotación adecuada del inventario; controlar costos logísticos y de operación del nodo; formalizar acuerdos claros de suministro, precios, riesgos y distribución de beneficios entre NDFyB y nodo; y consolidar una demanda real de talleres especializados. Bajo esta lógica, la capa económica es horizontalmente coherente,

porque todos sus componentes apuntan a transformar una oferta forestal distante en una oferta comercial cercana, flexible, trazable y con mayor valor agregado para mercados especializados en Cundinamarca. A continuación, se presenta una ficha que resume los principales aspectos analizados en la capa económica del modelo de negocio 2.

Tabla 19. Ficha resumen integral de la capa económica – Modelo de Negocio 2

Enfoque general	
Analiza cómo el modelo genera, entrega y captura valor económico mediante la articulación entre los NDFyB, un nodo de acopio, acondicionamiento y distribución ubicado en Cundinamarca, y talleres de segunda transformación especializada. A diferencia del Modelo 1, este modelo responde a una demanda más fragmentada, compuesta por talleres que requieren menores volúmenes, mayor variedad de especies, disponibilidad cercana, flexibilidad comercial y soporte técnico-documental.	
Componentes que apuntan a la propuesta de valor	
Descripción del segmento de clientes	Corresponde a talleres de segunda transformación especializada, como carpinterías, fabricantes de muebles, empresas de acabados, piezas decorativas y soluciones a la medida. Maderas Bella Flor de La Sabana se toma como empresa tipo de este segmento.
Propuesta de valor	El modelo ofrece acceso a madera amazónica y orinoquense legal, trazable y proveniente de manejo forestal sostenible, clasificada en maderas pesadas, semipesadas y livianas, disponible en Cundinamarca y en volúmenes acordes con la capacidad de compra de talleres pequeños y medianos. La propuesta reduce barreras logísticas, técnicas, documentales y comerciales, al facilitar madera clasificada por especie, densidad, dimensión, calidad, humedad y uso recomendado.
Relaciones con el cliente	Para llegar al cliente las relaciones se estructuran en dos niveles. Entre NDFyB y nodo, se requieren acuerdos de suministro programado, con reglas claras sobre volúmenes, especies, calidades, precios, responsabilidades logísticas, trazabilidad, pagos y distribución de beneficios. Entre nodo y talleres, la relación debe basarse en disponibilidad de inventario, cercanía comercial, asesoría técnica, respuesta rápida a pedidos específicos, postventa y confianza sobre el origen legal y sostenible de la madera
Descripción de los canales	Los canales no se limitan a la venta de madera, sino que integran sensibilización, evaluación técnica, comercialización conjunta, distribución local y postventa. Su función es convertir una oferta forestal distante y multiespecie en una oferta cercana, clasificada, fraccionada y técnicamente confiable para talleres especializados.
Canales de sensibilización. Incluyen presentaciones de especies, entrega de muestras físicas, fichas técnicas, catálogos de disponibilidad por grupo de densidad, jornadas demostrativas y ruedas de negocio locales. Su propósito es reducir la desconfianza frente al origen amazónico y orinoquense, mejorar el conocimiento sobre especies poco conocidas y presentar la madera como una oferta legal, trazable y diferenciada.	
Canales de evaluación técnica. Comprenden lotes piloto, pruebas de taller, evaluación de trabajabilidad, corte, cepillado, lijado, acabado, ensamble, estabilidad dimensional, humedad y apariencia final. Estos canales permiten que los talleres prueben volúmenes pequeños antes de comprometer compras recurrentes y generan información útil para el nodo, los NDFyB y, eventualmente, para el Modelo de Negocio 1.	
Canales de compra y comercialización. Incluyen abastecimiento programado entre NDFyB y nodo, lotes piloto de validación comercial, venta fraccionada a talleres, pedidos bajo especificación, agregación de demanda de varios talleres, venta de inventario disponible y oferta de servicios complementarios como corte, re-aserrado, dimensionamiento, secado, clasificación, preparación de pedidos y entrega local.	
Canales de distribución y entrega (esquema logístico). Se estructuran alrededor del nodo de acopio, acondicionamiento y distribución, que en este modelo es un componente estructural y no opcional. La madera	

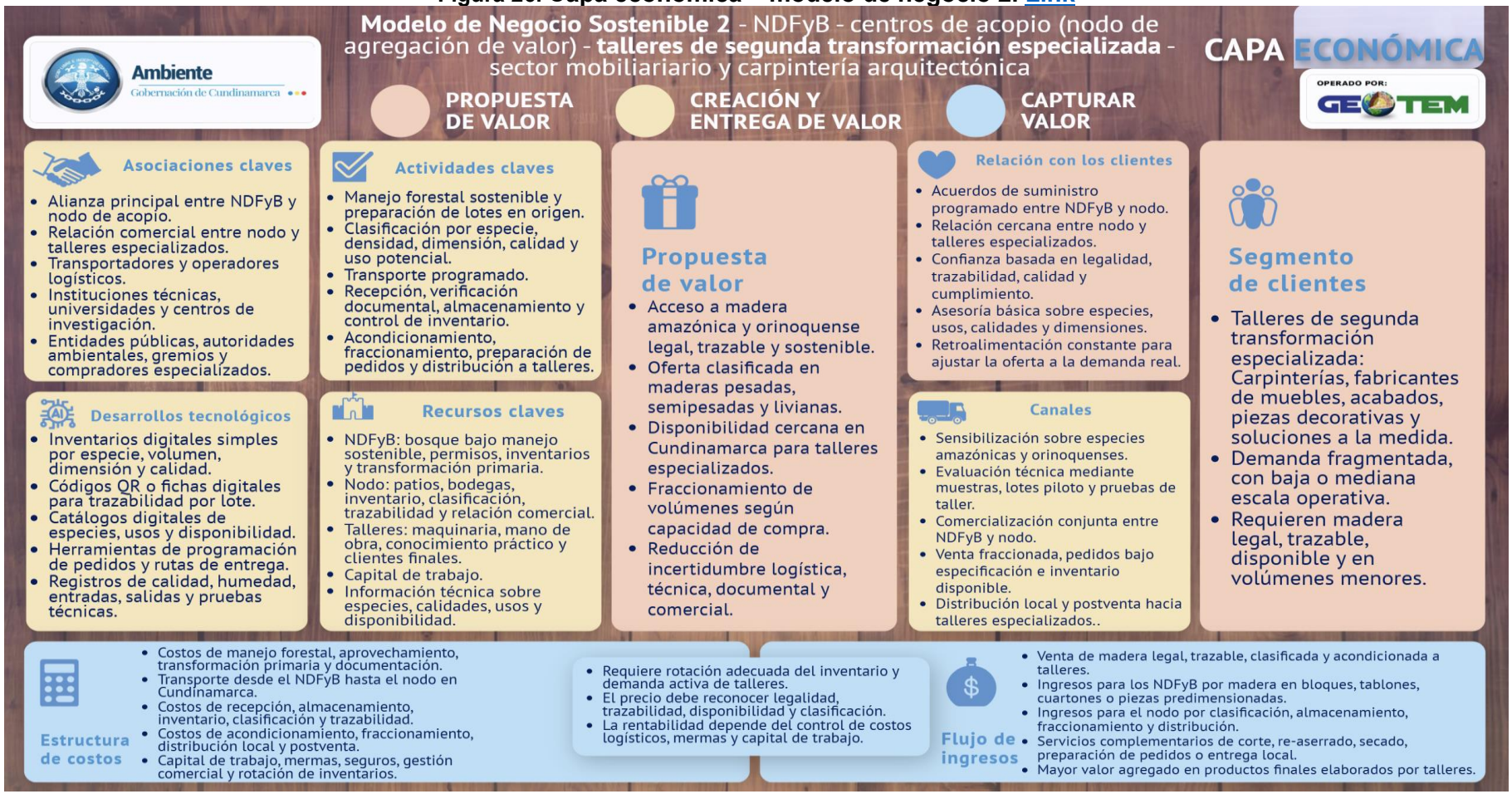
se transporta desde los NDFyB hacia el nodo en Cundinamarca, donde se recibe, verifica, clasifica, almacena, acondiciona, fracciona y distribuye local o regionalmente hacia talleres especializados.	
Canales postventa. Incluyen seguimiento a la calidad de la madera entregada, recepción de observaciones sobre defectos, humedad, dimensiones, trabajabilidad o comportamiento en procesos de transformación, y ajuste de futuros lotes. La postventa funciona como mecanismo de retroalimentación entre talleres, nodo y NDFyB, fortaleciendo el aprendizaje conjunto y la correspondencia entre oferta y demanda.	
Escenario de comercialización*	El Modelo de Negocio 2 se plantea como un esquema de **agregación de oferta, acondicionamiento técnico, fraccionamiento comercial de la demanda y alianza de valor compartido** entre los NDFyB, los Centros de Acopio, Acondicionamiento y Distribución y los talleres de segunda transformación especializada. Los NDFyB actúan como aliados de origen, aportando madera legal, trazable, proveniente de manejo forestal sostenible, conocimiento territorial, planificación del aprovechamiento, clasificación inicial y documentación de soporte. Los Centros de Acopio, Acondicionamiento y Distribución no operan como intermediarios tradicionales, sino como **nodos de agregación de valor** que reciben, verifican, clasifican, secan, estabilizan, almacenan, fraccionan, generan sublotes, preparan pedidos, conservan trazabilidad y acercan la oferta forestal a talleres que requieren menores volúmenes, mayor variedad de especies y disponibilidad flexible. El escenario favorece el aprendizaje conjunto sobre especies nativas poco conocidas o subutilizadas, mediante microlotes, sublotes, pruebas de trabajabilidad, productos piloto y fichas de desempeño. Los canales incluyen ruedas de negocio, visitas técnicas, muestras, catálogos, showroom físico, centro de experiencia, catálogo digital de disponibilidad, ventas por pedido, ventas por microlotes o sublotes, compras colectivas de talleres, acuerdos de suministro entre NDFyB y centro, acuerdos comerciales entre centro y talleres, distribución local y acompañamiento posventa. También puede incorporar una lógica **B2B2C**, cuando los talleres transformen la madera en muebles, carpintería, acabados o soluciones arquitectónicas y comuniquen al comprador final el origen legal, la trazabilidad, la historia territorial y los atributos de sostenibilidad del producto.
Componentes que apuntan a la creación y entrega de valor	
Recursos clave	Los NDFyB aportan bosques bajo manejo sostenible, planes de manejo, unidades de corta anual, inventarios, permisos, transformación primaria, cubicación, clasificación inicial y trazabilidad. El nodo aporta patios o bodegas, infraestructura de recepción, clasificación, inventario, acondicionamiento, fraccionamiento, registros, control documental y relaciones comerciales con talleres. Los talleres aportan maquinaria, mano de obra, conocimiento práctico, capacidad de transformación especializada y acceso a clientes finales.
Actividades clave	Comprenden manejo forestal sostenible, clasificación técnica por especie, densidad, dimensión, calidad y uso potencial; transformación primaria; preparación de lotes; programación de abastecimiento entre NDFyB y nodo; transporte hacia Cundinamarca; recepción y verificación en el nodo; almacenamiento; acondicionamiento; fraccionamiento; preparación de pedidos; distribución a talleres; gestión comercial conjunta; apoyo a pilotos técnicos; trazabilidad; postventa y fijación transparente de precios.
Asociaciones clave	La asociación principal es la alianza operativa y comercial entre NDFyB y nodo de acopio. También son claves las relaciones entre nodo y talleres especializados, NDFyB y transportadores, nodo e instituciones técnicas o académicas, NDFyB–nodo con entidades públicas y autoridades ambientales, y alianzas con gremios, plataformas comerciales y compradores especializados para promover especies amazónicas y orinoquenses.

Desarrollos tecnológicos clave	Incluyen inventarios digitales simples, códigos QR o fichas digitales de trazabilidad por lote, bases de datos de disponibilidad de madera en el nodo, catálogos digitales de especies y usos, herramientas de programación de pedidos, registros de entradas y salidas, controles básicos de humedad y calidad, plataformas de difusión comercial y formatos para seguimiento de pilotos y pruebas técnicas. Su implementación debe ser gradual, modular, de bajo costo y proporcional a la capacidad de los actores.
Componentes que apuntan a la captura de valor	
Descripción del flujo de ingresos	Los ingresos provienen principalmente de la venta final de madera legal, trazable, clasificada y acondicionada a talleres de segunda transformación especializada. Para los NDFyB, los ingresos se generan por madera en bloques, tablones, cuartones, piezas aserradas, madera predimensionada o lotes clasificados. Para el nodo, los ingresos provienen del valor agregado por recepción, clasificación, almacenamiento, fraccionamiento, preparación de pedidos, distribución local y servicios complementarios. Los talleres capturan valor al transformar la madera en muebles, puertas, escaleras, enchapes, mesones, carpintería fina, piezas arquitectónicas, elementos decorativos y soluciones a la medida. En la medida en que se logre un nivel de transparencia y confianza, se puede establecer una prima que pueda ser reinvertida en mejoras para el NDFyB.
Descripción de la estructura de costos	La estructura de costos incluye costos en origen —manejo forestal, aprovechamiento, transformación primaria, cubicación, clasificación, documentación y trazabilidad—; costos de transporte hacia Cundinamarca; costos de operación del nodo —arriendo o adecuación de patios, recepción, manipulación, almacenamiento, inventario, clasificación, mermas, control documental y sistemas de trazabilidad—; costos de acondicionamiento, fraccionamiento, preparación de pedidos, distribución local, postventa, gestión comercial, promoción de especies, pilotos técnicos y capital de trabajo
Aproximación a la viabilidad económica	La viabilidad económica depende de que el nodo agregue valor real y no funcione como una simple intermediación que encarece la madera. El modelo será viable si logra mantener rotación adecuada de inventarios, consolidar demanda de talleres, controlar costos logísticos y de operación, reducir mermas, validar precios de venta, asegurar volúmenes suficientes y establecer acuerdos claros de distribución de costos, riesgos e ingresos entre NDFyB y nodo. La evaluación preliminar mediante economía unitaria por m³, flujo de caja, punto de equilibrio, VAN, TIR y relación beneficio-costo muestra resultados favorables bajo escenarios optimistas, pero sujetos a validación con precios, costos y volúmenes reales.
La capa económica muestra coherencia entre la necesidad del mercado, la propuesta de valor, los mecanismos de entrega y la captura económica. El modelo responde a la fragmentación de la demanda mediante un nodo estructural que organiza la oferta, reduce incertidumbre, acerca la madera al mercado fracciona volúmenes y permite que talleres especializados accedan a madera legal, trazable, sostenible y técnicamente clasificada.	
*En esta etapa no es posible precisar con el nivel de detalle solicitado aspectos como el mecanismo contractual definitivo, el actor que vende o factura, el canal específico de venta, la forma exacta de agregación de oferta y demanda, el soporte digital o el esquema de posventa. Estos elementos requieren una fase posterior de socialización, concertación, validación jurídica, definición de roles comerciales y suscripción de instrumentos entre los actores participantes, como fue planteado en la ruta de vinculación y articulación comercial.	

Fuente: Geotem SAS a partir del anexo 13.

La siguiente figura resume lo analizado frente a la capa económica para el modelo de negocio 2.

Figura 26. Capa económica – modelo de negocio 2. Link



Fuente: Geotem SAS.

11.1.1 Esquema Logístico – modelo de negocio 2

El esquema logístico del **Modelo de Negocio 2** describe la forma en que los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad —NDFyB— articulan la oferta de madera amazónica y orinoquense legal, trazable y sostenible con un **nodo de acopio, acondicionamiento y distribución ubicado en Cundinamarca**, para abastecer talleres de segunda transformación especializada.

A diferencia del Modelo de Negocio 1, donde la madera puede despacharse directamente hacia empresas ancla industriales, en este modelo el nodo cumple una función estructural, pues permite acercar la madera al mercado regional, estabilizar inventarios, clasificar y acondicionar el material, fraccionar volúmenes y facilitar el acceso de talleres que no tienen capacidad para comprar cargas completas desde los territorios de origen.

El modelo parte del reconocimiento de que la demanda de los talleres especializados es más fragmentada, flexible y diversa. Estos talleres pueden requerir madera para mobiliario, carpintería arquitectónica, acabados, piezas decorativas, soluciones interiores o exteriores, elementos personalizados y productos a la medida.

Por esta razón, la madera no solo debe llegar con soporte legal, sino también con condiciones técnicas que faciliten su uso: clasificación por especie o grupo de especies, grupo de densidad, calidad, dimensión, presentación, humedad y potencial de uso. En este sentido, el modelo contempla el aprovechamiento de **maderas pesadas, semipesadas y livianas**, según los requerimientos del producto final, la trabajabilidad, el peso, la apariencia, la estabilidad dimensional y el tipo de acabado esperado.

El flujo inicia en el **bosque bajo manejo forestal sostenible**, donde los NDFyB realizan la revisión del plan de manejo, la identificación de la unidad de corta anual, el inventario o censo forestal, la selección de árboles, la marcación, la cubicación y la verificación de especies y volúmenes. Esta fase es fundamental porque define la oferta real disponible para el modelo y garantiza que la madera ingrese a la cadena con respaldo técnico, legal y ambiental desde el origen.

Posteriormente, se desarrolla el aprovechamiento y la transformación primaria, mediante actividades como apeo dirigido, trozado, desrame, aserrado inicial y preparación de productos como bloques, tablones, cuartones, piezas aserradas, madera predimensionada o piezas especiales, según las capacidades del NDFyB y los acuerdos establecidos con el nodo.

Una vez realizada la transformación primaria, la madera se organiza en patios de acopio o puntos de consolidación en origen. Allí se preparan los lotes para su movilización hacia Cundinamarca, asegurando que estén cubicados, clasificados, marcados, documentados y vinculados con los permisos, registros y soportes correspondientes.

Esta etapa permite convertir la oferta forestal en una carga comercial organizada, trazable y apta para ser recibida por el nodo. Posteriormente, la madera se transporta hacia el nodo de acopio, acondicionamiento y distribución, mediante despachos terrestres programados.

Para ello se requiere carga previamente clasificada, documentación legal vigente, guía o salvoconducto de movilización, ruta definida, coordinación de recepción y seguimiento durante el transporte.

El **nodo de acopio, acondicionamiento y distribución** es el eje operativo del modelo. Su papel no consiste en comprar y revender madera sin agregar valor, sino en actuar como aliado operativo y comercial del NDFyB.

En este punto se realiza la recepción técnica, documental y comercial de los lotes, la verificación de la trazabilidad, la revisión de documentos de movilización, la validación de volúmenes, la inspección física, la clasificación por especie, densidad, dimensión y calidad, el almacenamiento, el inventario, el re-aserrado o dimensionamiento adicional cuando aplique, el secado o presecado si es viable, el fraccionamiento de volúmenes y la preparación de pedidos. De esta manera, el nodo transforma una carga proveniente del territorio en una oferta comercial más cercana, organizada y flexible para los talleres especializados.

Luego, la madera se distribuye desde el nodo hacia talleres ubicados en Cundinamarca, Bogotá y municipios de la Sabana. Esta distribución puede realizarse mediante retiro directo por parte del taller, entregas locales programadas, rutas compartidas, despachos consolidados, pedidos bajo especificación o entregas fraccionadas.

Esta modalidad permite que talleres pequeños y medianos accedan a madera legal, trazable y clasificada sin asumir los costos, tiempos y riesgos de abastecerse directamente desde Amazonía u Orinoquía. Además, facilita que los pedidos se ajusten a las necesidades reales del taller en términos de volumen, especie, grupo de densidad, dimensión, calidad o presentación.

Una vez recibida la madera, los talleres realizan la verificación documental, la revisión de volumen, humedad, dimensiones, defectos visibles y trabajabilidad, antes de incorporarla a sus procesos productivos. Posteriormente, desarrollan actividades de segunda transformación como corte, cepillado, lijado, ensamble, acabado, fabricación de muebles, carpintería especializada, elaboración de piezas arquitectónicas, elementos decorativos y soluciones personalizadas.

En esta fase, el Modelo de Negocio 2 también puede apoyar pilotos y pruebas técnicas útiles para el Modelo de Negocio 1, ya que los talleres permiten evaluar de forma rápida el comportamiento de distintas especies en procesos de transformación, acabado, estabilidad y aceptación comercial.

De manera transversal, el modelo se soporta en un flujo documental y de trazabilidad continua. La documentación debe acompañar todo el recorrido de la madera, desde el bosque hasta el taller y, cuando sea posible, hasta el cliente final.

Esto incluye plan de manejo forestal, inventario, registros de marcación, cubicación, autorización de aprovechamiento, salvoconductos o guías de movilización, facturación, registros de transporte, soportes de legalidad, Libro de Operaciones Forestales cuando aplique, fichas técnicas, protocolos de calidad y registros de recepción. La coherencia entre

los volúmenes autorizados, aprovechados, transportados, recibidos y entregados es esencial para garantizar la legalidad y la confianza del modelo.

En términos logísticos y económicos, el modelo reconoce que el transporte desde Amazonía puede ser más costoso por distancia, infraestructura y condiciones climáticas, mientras que la Orinoquía puede presentar mejores condiciones relativas, aunque con restricciones asociadas al corredor Bogotá–Villavicencio.

Por ello, se propone optimizar la operación mediante programación de despachos según ciclos climáticos, consolidación de cargas desde origen, inventario regulador en el nodo, consolidación de pedidos y entregas programadas a varios talleres. Estas estrategias buscan reducir costos unitarios, mejorar la rotación de inventario, evitar pérdidas por deterioro y garantizar continuidad en el abastecimiento.

En síntesis, el esquema logístico del Modelo de Negocio 2 busca construir una cadena de suministro más organizada, flexible y trazable, capaz de conectar la oferta forestal sostenible de los NDFyB con mercados especializados en Cundinamarca.

Su resultado esperado es la comercialización conjunta de madera amazónica y orinoquense mediante un nodo aliado que agrega valor, facilita la distribución a talleres, promueve pruebas técnicas, mejora la correspondencia entre oferta y demanda y genera valor compartido entre el NDFyB, el nodo y los actores de segunda transformación.

La siguiente figura sintetiza el esquema logístico del modelo de negocio 2.

Figura 27. Esquema logístico – Modelo de Negocio 2



Fuente: Geotem SAS.

11.1.2 Roles y responsabilidades por tipo de actor Modelo de Negocio 2

Tabla 20. Actores y roles frente al modelo de negocio 2.

Actor	Rol dentro del modelo	Responsabilidades principales	Responsabilidades ambientales	Responsabilidades sociales	Responsabilidades técnicas
Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad — NDFyB—	Proveedores organizados de madera amazónica y orinoquense legal, trazable y sostenible; base productiva del modelo.	Implementar manejo forestal sostenible; realizar inventarios y censos forestales; planificar el aprovechamiento; efectuar tala dirigida, troceo, transformación primaria, cubicación, clasificación inicial y preparación de lotes; organizar la oferta por especie, grupo de densidad, calidad, dimensión y presentación; garantizar soporte legal y trazabilidad; coordinar el abastecimiento programado hacia el nodo.	Aplicar prácticas de aprovechamiento de bajo impacto; proteger la regeneración natural, la biodiversidad y el suelo; minimizar desperdicios durante el aprovechamiento y la transformación primaria; promover el uso eficiente de maderas pesadas, semipesadas y livianas; asegurar trazabilidad ambiental desde el bosque; facilitar el aprovechamiento de subproductos generados en origen.	Generar empleo e ingresos rurales; fortalecer organizaciones comunitarias y capacidades locales; promover participación de comunidades en el manejo forestal; garantizar transparencia en la distribución de beneficios; reducir la estigmatización de los territorios amazónicos y orinoquenses mediante una oferta legal y verificable; fortalecer economías forestales sostenibles.	Fortalecer capacidades en inventarios, identificación de especies, cubicación, planificación del aprovechamiento, tala dirigida, transformación primaria, clasificación por densidad, calidad y dimensión; preparar lotes técnicamente adecuados para el nodo; registrar información técnica y documental; comprender los requerimientos de los talleres frente a humedad, defectos, dimensiones y presentación.
Nodo de acopio, acondicionamiento y distribución en Cundinamarca	Aliado operativo y comercial del NDFyB; articulador entre la oferta forestal y la demanda fragmentada de talleres especializados.	Recibir madera proveniente de los NDFyB; verificar documentación y trazabilidad; clasificar, almacenar, acondicionar, fraccionar y preparar pedidos; organizar inventarios; coordinar comercialización conjunta con el NDFyB; distribuir madera a talleres; consolidar demanda; apoyar pilotos y pruebas técnicas; participar en la distribución de costos, riesgos e ingresos.	Reducir pérdidas por almacenamiento inadecuado; optimizar inventarios para evitar deterioro; consolidar cargas y rutas para disminuir emisiones; controlar humedad, mermas y residuos; promover separación y valorización de subproductos; reducir viajes individuales de talleres hacia múltiples proveedores; facilitar una cadena con menor incertidumbre ambiental.	Facilitar el acceso de talleres pequeños y medianos a madera legal y trazable; reducir asimetrías de información entre NDFyB y mercado; promover relaciones comerciales transparentes; evitar prácticas de intermediación costosa sin valor agregado; generar empleo local en acopio, clasificación, logística y comercialización; fortalecer confianza entre territorios	Implementar protocolos de recepción, cubicación, clasificación, control de humedad, almacenamiento, trazabilidad, preparación de pedidos y control de calidad; manejar inventarios por especie, densidad, volumen, dimensión, calidad, humedad y disponibilidad; desarrollar fichas técnicas, catálogos, códigos QR o registros digitales; retroalimentar al NDFyB sobre defectos,

Actor	Rol dentro del modelo	Responsabilidades principales	Responsabilidades ambientales	Responsabilidades sociales	Responsabilidades técnicas
				productores y compradores urbanos.	aceptación de especies y requerimientos de talleres.
Talleres de segunda transformación especializada	Compradores y transformadores especializados; validadores técnicos y comerciales de las especies amazónicas y orinoquenses.	Comprar madera legal, trazable, clasificada y fraccionada; transformar la madera en muebles, carpintería arquitectónica, acabados, piezas decorativas, componentes interiores o exteriores y soluciones a la medida; realizar pedidos por especificación; validar especies; retroalimentar al nodo y al NDFyB sobre desempeño del material.	Usar eficientemente la madera para reducir desperdicios; separar y valorizar aserrín, virutas, retales y costaneras; controlar el uso de barnices, adhesivos, selladores y otros insumos; promover productos durables, reparables y reutilizables; minimizar residuos y emisiones asociadas a procesos de corte, lijado, acabado y ensamble.	Generar empleo en oficios de carpintería, mobiliario, diseño y acabados; fortalecer capacidades de trabajadores y aprendices; promover cultura de compra de madera legal; comunicar al cliente final el origen responsable del material; participar en una cadena más inclusiva que permita a talleres de menor escala acceder a madera sostenible.	Evaluar trabajabilidad, corte, cepillado, lijado, ensamble, acabado, estabilidad dimensional, humedad, color, textura y apariencia de las especies; aplicar criterios técnicos diferenciados para maderas pesadas, semipesadas y livianas; reportar defectos, rendimientos y aceptación del material; apoyar pruebas piloto y generación de información técnica útil para el modelo.
Transportadores y operadores logísticos	Operadores de la movilización de la madera desde los NDFyB hacia el nodo y desde el nodo hacia talleres.	Coordinar transporte terrestre; realizar cargue, traslado y descargue; cumplir requisitos legales de movilización; conservar documentación durante el trayecto; apoyar consolidación de cargas; cumplir rutas y tiempos de entrega; manejar adecuadamente la madera durante el transporte.	Optimizar rutas y cargas para reducir emisiones por m³ transportado; minimizar pérdidas, deterioro o contaminación del material; reducir viajes subutilizados; usar sistemas de amarre y protección adecuados; contribuir a la eficiencia energética del transporte y a la disminución de reprocesos por daño de la carga.	Garantizar condiciones laborales y de seguridad vial para conductores y auxiliares; contribuir a la estabilidad de la cadena al cumplir tiempos de entrega; facilitar la conexión entre territorios forestales y mercados regionales; reducir conflictos logísticos mediante coordinación clara con NDFyB, nodo y talleres.	Manejar la carga según especie, densidad, volumen, dimensión y presentación; conservar la trazabilidad del lote durante la movilización; verificar correspondencia entre documentos, volumen y destino; aplicar buenas prácticas de cargue, apilado, protección y descargue; reportar novedades de ruta o afectaciones del material.
Universidades, centros de investigación y entidades de formación técnica	Soporte técnico, científico y formativo para validación de especies, procesos y aplicaciones.	Apoyar caracterización de especies; desarrollar fichas técnicas; acompañar pruebas de trabajabilidad, secado, acabado y	Investigar alternativas de uso eficiente de especies y subproductos; apoyar estrategias de economía circular; promover mejores	Desarrollar procesos de capacitación y transferencia de conocimiento; fortalecer capacidades locales y de talleres; promover inclusión de	Realizar caracterización tecnológica de maderas pesadas, semipesadas y livianas; apoyar ensayos de corte, lijado, acabado,

Actor	Rol dentro del modelo	Responsabilidades principales	Responsabilidades ambientales	Responsabilidades sociales	Responsabilidades técnicas
		estabilidad; generar información sobre usos potenciales; apoyar pilotos; fortalecer capacidades de NDFyB, nodo y talleres.	prácticas de almacenamiento, secado, residuos y control de humedad; generar conocimiento sobre desempeño ambiental de productos de madera legal y trazable.	jóvenes, aprendices y trabajadores en formación; facilitar intercambio de conocimientos entre territorios forestales y mercados urbanos.	estabilidad dimensional y durabilidad; diseñar protocolos de calidad; acompañar desarrollo de catálogos técnicos; aportar criterios para selección de especies según producto final.
Entidades públicas y autoridades ambientales	Reguladores, garantes de legalidad y actores de soporte institucional del modelo.	Otorgar, supervisar o verificar permisos de aprovechamiento y movilización; controlar legalidad y trazabilidad; promover madera legal; acompañar procesos de formalización; fortalecer capacidades institucionales y productivas; facilitar articulación entre actores.	Supervisar cumplimiento de planes de manejo forestal; prevenir tala ilegal; controlar impactos ambientales del aprovechamiento y la movilización; promover conservación del bosque; fortalecer sistemas de monitoreo, trazabilidad y control del recurso forestal.	Promover gobernanza, transparencia y participación de comunidades; apoyar formalización de actores de la cadena; facilitar condiciones para relaciones comerciales equitativas; fortalecer confianza institucional en la madera proveniente de NDFyB; proteger derechos e intereses de comunidades locales.	Definir lineamientos técnicos y normativos para aprovechamiento, movilización, transformación, almacenamiento y comercialización; orientar el uso adecuado del SUNL/VITAL, registros y Libro de Operaciones Forestales; apoyar estándares de trazabilidad, calidad y control documental.
Gremios sectoriales, plataformas comerciales y redes de compradores especializados	Articuladores de mercado, difusión comercial y promoción sectorial.	Promover la madera amazónica y orinoquense legal; facilitar ruedas de negocio; conectar nodos y talleres; difundir catálogos de especies y disponibilidad; promover encadenamientos productivos; apoyar agregación de demanda de varios talleres.	Difundir buenas prácticas de uso sostenible de madera; promover especies diversas para reducir presión sobre pocas especies tradicionales; impulsar mercados que valoren trazabilidad, legalidad, durabilidad y menor impacto ambiental; apoyar economía circular y uso eficiente del recurso.	Fortalecer redes de cooperación entre NDFyB, nodos, talleres y compradores; promover cultura de legalidad y consumo responsable; visibilizar el aporte de comunidades forestales; facilitar relaciones comerciales más inclusivas para talleres pequeños y medianos.	Difundir estándares técnicos, fichas de especies y criterios de calidad; apoyar capacitaciones sectoriales; facilitar intercambio de experiencias entre talleres; promover validación de maderas pesadas, semipesadas y livianas en diferentes aplicaciones de mobiliario, carpintería y acabados.
Entidades de certificación,	Validadores de legalidad,	Verificar origen legal y trazabilidad; evaluar	Auditar manejo forestal sostenible, cadena de custodia	Verificar criterios sociales asociados a participación	Evaluar estándares técnicos asociados a trazabilidad,

Actor	Rol dentro del modelo	Responsabilidades principales	Responsabilidades ambientales	Responsabilidades sociales	Responsabilidades técnicas
verificación y mercados sostenibles	sostenibilidad, trazabilidad y diferenciación comercial.	cumplimiento de criterios de sostenibilidad; facilitar acceso a mercados diferenciados; apoyar mecanismos voluntarios de certificación o verificación; fortalecer credibilidad del modelo frente a compradores.	o trazabilidad; verificar que la madera no provenga de tala ilegal o deforestación; promover mejora continua en gestión ambiental; fortalecer el valor ambiental de los productos derivados de madera legal.	comunitaria, condiciones laborales, transparencia y distribución de beneficios; promover relaciones comerciales responsables; fortalecer confianza de consumidores y compradores institucionales en la cadena.	clasificación, calidad, registros y cadena de custodia; apoyar protocolos de verificación por lote; promover información técnica confiable para compradores y talleres; incentivar mejoras continuas en procesos de manejo, acopio y transformación.
Proveedores de insumos, maquinaria y servicios técnicos tercerizados	Soporte operativo para transformación, acondicionamiento, mantenimiento, secado, trazabilidad y gestión de residuos.	Suministrar equipos, herramientas, insumos de acabado, servicios de mantenimiento, secado, transporte local, gestión de residuos, sistemas de inventario o trazabilidad; apoyar operación del nodo y de los talleres sin generar dependencia tecnológica excesiva.	Ofrecer insumos de menor toxicidad, bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles, empaques reutilizables o reciclables; garantizar disposición adecuada de residuos o equipos; apoyar eficiencia energética, mantenimiento preventivo y valorización de subproductos.	Contribuir a condiciones de trabajo seguras mediante equipos adecuados, capacitación y fichas de seguridad; facilitar acceso de talleres pequeños a servicios especializados sin inversiones excesivas; evitar que la tercerización traslade impactos sociales o ambientales sin control.	Proveer soporte técnico en maquinaria, medición de humedad, secado, corte, acabados, mantenimiento, sistemas de inventario y trazabilidad; capacitar a usuarios; garantizar funcionamiento adecuado de equipos; apoyar estándares de calidad y seguridad operativa.
Usuarios y consumidores finales	Demandantes de productos terminados y validadores de aceptación del mercado.	Comprar y utilizar productos elaborados con madera legal y trazable; valorar atributos de origen, diseño, durabilidad y sostenibilidad; retroalimentar a talleres sobre calidad, apariencia, funcionalidad y aceptación de productos.	Preferir productos durables, reparables y reutilizables; extender la vida útil mediante mantenimiento; favorecer productos con madera legal, trazable y renovable; promover prácticas de consumo responsable; facilitar reutilización o reciclaje al final de vida.	Reconocer el valor social de la madera proveniente de comunidades y territorios forestales; apoyar mercados que valoren legalidad, trazabilidad y economías forestales sostenibles; contribuir a reducir la estigmatización de madera amazónica y orinoquense.	Evaluar desempeño de productos en uso real; aportar retroalimentación sobre resistencia, acabado, diseño, mantenimiento y funcionalidad; validar aplicaciones de maderas pesadas, semipesadas y livianas en mobiliario, carpintería, acabados, elementos decorativos y soluciones a la medida.

Fuente: Geotem SAS.

11.2 Capa ambiental – modelo de negocio 2

Desde el análisis horizontal, la **capa ambiental del Modelo de Negocio 2** mantiene coherencia entre la **propuesta de valor**, la **creación y entrega de valor** y la **captura de valor ambiental**, conforme al marco metodológico que organiza esta capa en componentes asociados a fase de uso, valor funcional, fin de vida, distribución, materiales, producción, aprovisionamiento, desarrollos tecnológicos, impactos y beneficios ambientales.

En primer lugar, la **propuesta de valor ambiental** se centra en poner a disposición de talleres especializados una oferta de madera amazónica y orinoquense **legal, trazable, clasificada, fraccionada y proveniente de manejo forestal sostenible**.

En este sentido, el valor ambiental no se limita al origen sostenible de la madera, sino que también se expresa en su capacidad para sustituir materiales de mayor huella, almacenar carbono en productos durables y reducir desperdicios mediante una mejor correspondencia entre el material disponible y los requerimientos reales de los talleres.

Asimismo, el modelo reconoce que los talleres pueden trabajar con **maderas pesadas, semipesadas y livianas**, según el producto final, la trabajabilidad, el peso, la apariencia, la estabilidad dimensional y el acabado esperado.

Esta diferenciación es ambientalmente relevante porque permite ampliar el uso de una oferta multiespecie, evitar la presión sobre pocas especies comerciales y orientar cada tipo de madera hacia aplicaciones más adecuadas, ya sea en mobiliario, carpintería arquitectónica, acabados, molduras, piezas decorativas o soluciones personalizadas.

En segundo lugar, la **creación y entrega de valor ambiental** se estructura alrededor del **nodo de acopio, acondicionamiento y distribución en Cundinamarca**, que cumple una función ambiental clave al organizar inventarios, clasificar la madera, fraccionar volúmenes, reducir viajes individuales, estabilizar el suministro y acercar el material a talleres que no podrían abastecerse directamente desde Amazonía u Orinoquía.

Por tanto, el nodo no actúa como un intermediario pasivo, sino como un aliado que permite mejorar la eficiencia logística, disminuir pérdidas por almacenamiento inadecuado, reducir desperdicios y facilitar la trazabilidad del recurso.

De igual manera, la capa ambiental identifica puntos críticos en la **distribución, los materiales, la producción y el aprovisionamiento**. Los mayores riesgos se ubican en el aprovechamiento forestal, el transporte de larga distancia, el consumo energético en el nodo y los talleres, el uso de insumos de acabado, la generación de polvo, residuos y subproductos, y el manejo de maquinaria o tecnologías.

Sin embargo, estos riesgos pueden mitigarse mediante prácticas de bajo impacto, consolidación de cargas, rutas programadas, control de humedad, selección de insumos menos contaminantes, mantenimiento preventivo, separación de residuos y valorización de subproductos.

En tercer lugar, la **captura de valor ambiental** se expresa en los beneficios que el modelo puede generar cuando opera de manera organizada y trazable. Entre estos beneficios se

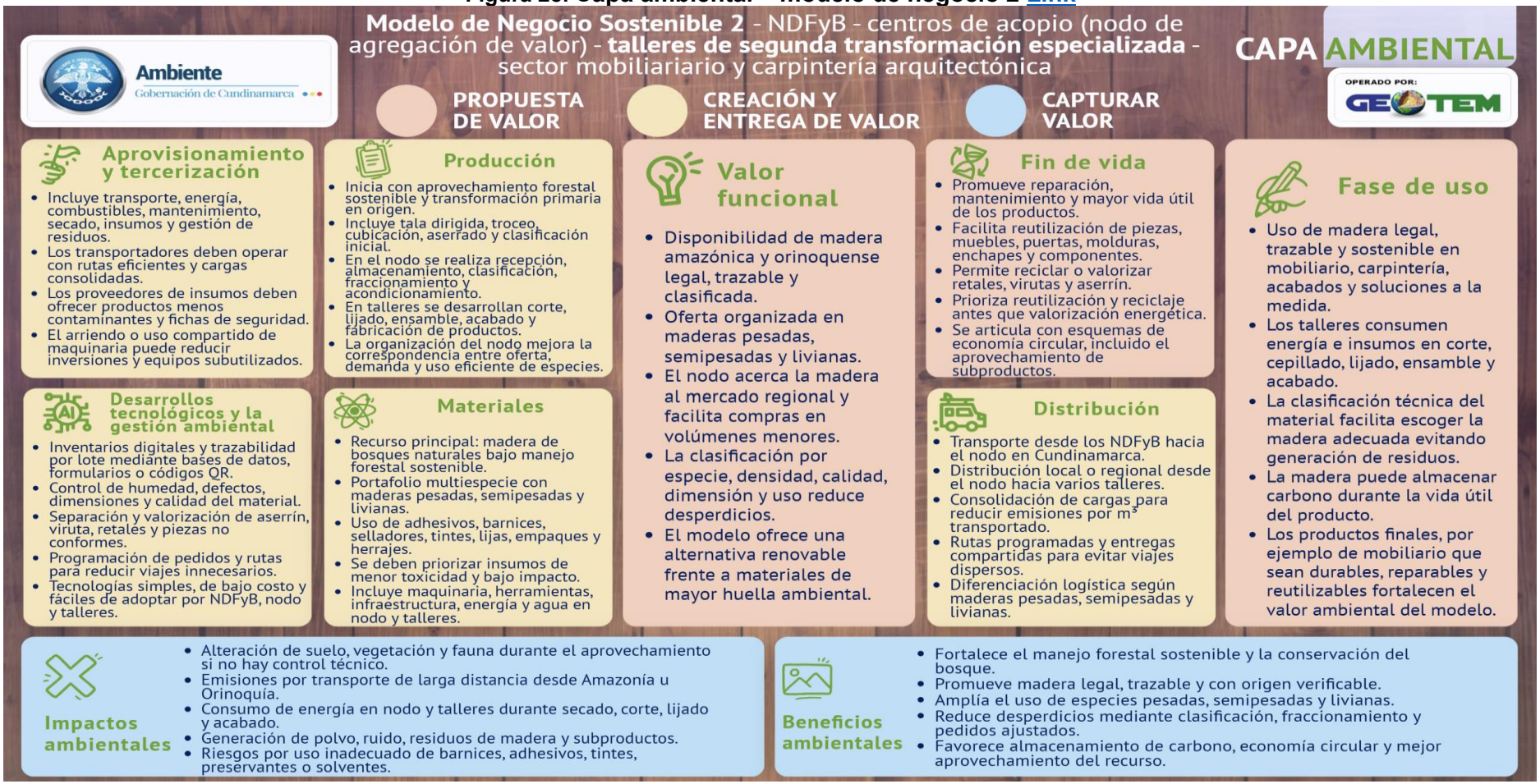
destacan la conservación del bosque mediante manejo forestal sostenible, el fortalecimiento de la legalidad, la reducción de la demanda de madera de origen incierto, el uso eficiente de una oferta multiespecie, la disminución de desperdicios, el almacenamiento de carbono en productos de larga vida útil, la consolidación logística y la incorporación de prácticas de economía circular.

En síntesis, la capa ambiental es horizontalmente coherente porque todos sus componentes apuntan a un mismo propósito: **transformar una oferta forestal sostenible, dispersa y multiespecie en una disponibilidad comercial cercana, trazable y ambientalmente responsable para talleres especializados**.

Así, el Modelo de Negocio 2 no solo facilita la comercialización de madera legal, sino que también mejora el uso del recurso, reduce impactos logísticos y productivos, promueve productos durables y fortalece una cadena de valor forestal más eficiente, transparente y alineada con criterios de sostenibilidad ambiental.

La siguiente figura resume lo analizado frente a la capa ambiental para el modelo de negocio 2.

Figura 28. Capa ambiental – modelo de negocio 2 Link



Fuente: Geotem SAS.

11.3 Capa social – modelo de negocio 2

Desde el análisis horizontal, la **capa social del Modelo de Negocio 2** muestra una relación coherente entre la **propuesta de valor social**, la **creación y entrega de valor social** y la **captura de valor social**, conforme al marco metodológico que organiza cada capa en estos tres bloques de análisis. En este caso, el hilo conductor de la capa es claro: el modelo busca que la madera amazónica y orinoquense legal, trazable y sostenible no solo llegue al mercado, sino que lo haga mediante una cadena más inclusiva, transparente y distribuida entre los NDFyB, el nodo de acopio y los talleres de segunda transformación especializada.

En primer lugar, la **propuesta de valor social** se centra en ampliar el alcance del beneficio social de la cadena. A diferencia del Modelo de Negocio 1, que se orienta principalmente a empresas industriales ancla, este modelo permite que talleres pequeños y medianos accedan a madera legal, clasificada, trazable y disponible en volúmenes compatibles con su escala. De esta manera, el valor social no se concentra en grandes compradores, sino que se distribuye entre organizaciones forestales, comunidades rurales, nodos logísticos, trabajadores, talleres especializados y consumidores finales.

Asimismo, el modelo fortalece el **valor social del origen**, en la medida en que permite que los productos elaborados por los talleres incorporen un relato asociado al manejo forestal sostenible, la legalidad, la trazabilidad, la generación de empleo rural y el fortalecimiento de economías locales. En consecuencia, los usuarios finales no solo adquieren muebles, acabados, piezas decorativas o soluciones arquitectónicas, sino productos que pueden comunicar un valor social diferenciado, asociado a territorios forestales de la Amazonía y la Orinoquía.

En segundo lugar, la **creación y entrega de valor social** se organiza alrededor de la relación entre los NDFyB, el nodo y los talleres. El nodo cumple un papel social clave porque no actúa como simple intermediario, sino como un facilitador de acceso, confianza y articulación. Al organizar inventarios, fraccionar volúmenes, conservar soportes documentales y acercar la madera al mercado regional, reduce barreras para talleres que no podrían comprar directamente en origen y, al mismo tiempo, mejora la capacidad de los NDFyB para llegar a una red más amplia de compradores.

De igual manera, la capa social destaca la importancia de los **empleados, colaboradores y comunidades**. En origen, el modelo puede generar ingresos, empleo rural y fortalecimiento de capacidades en planificación forestal, aprovechamiento, clasificación, cubicación, trazabilidad y preparación de lotes. En Cundinamarca, puede fortalecer capacidades en logística, acopio, clasificación, distribución y oficios asociados a la carpintería, el mobiliario y la transformación especializada. No obstante, estos beneficios requieren condiciones laborales adecuadas, seguridad y salud en el trabajo, formalización progresiva, inclusión y mecanismos de capacitación.

A su vez, la **gobernanza** aparece como el componente articulador de la capa social. Para que el modelo sea socialmente sostenible, se requieren acuerdos claros entre NDFyB y nodo sobre roles, precios, pagos, costos, riesgos, trazabilidad, criterios de calidad, distribución de beneficios y mecanismos de resolución de controversias. Esta gobernanza

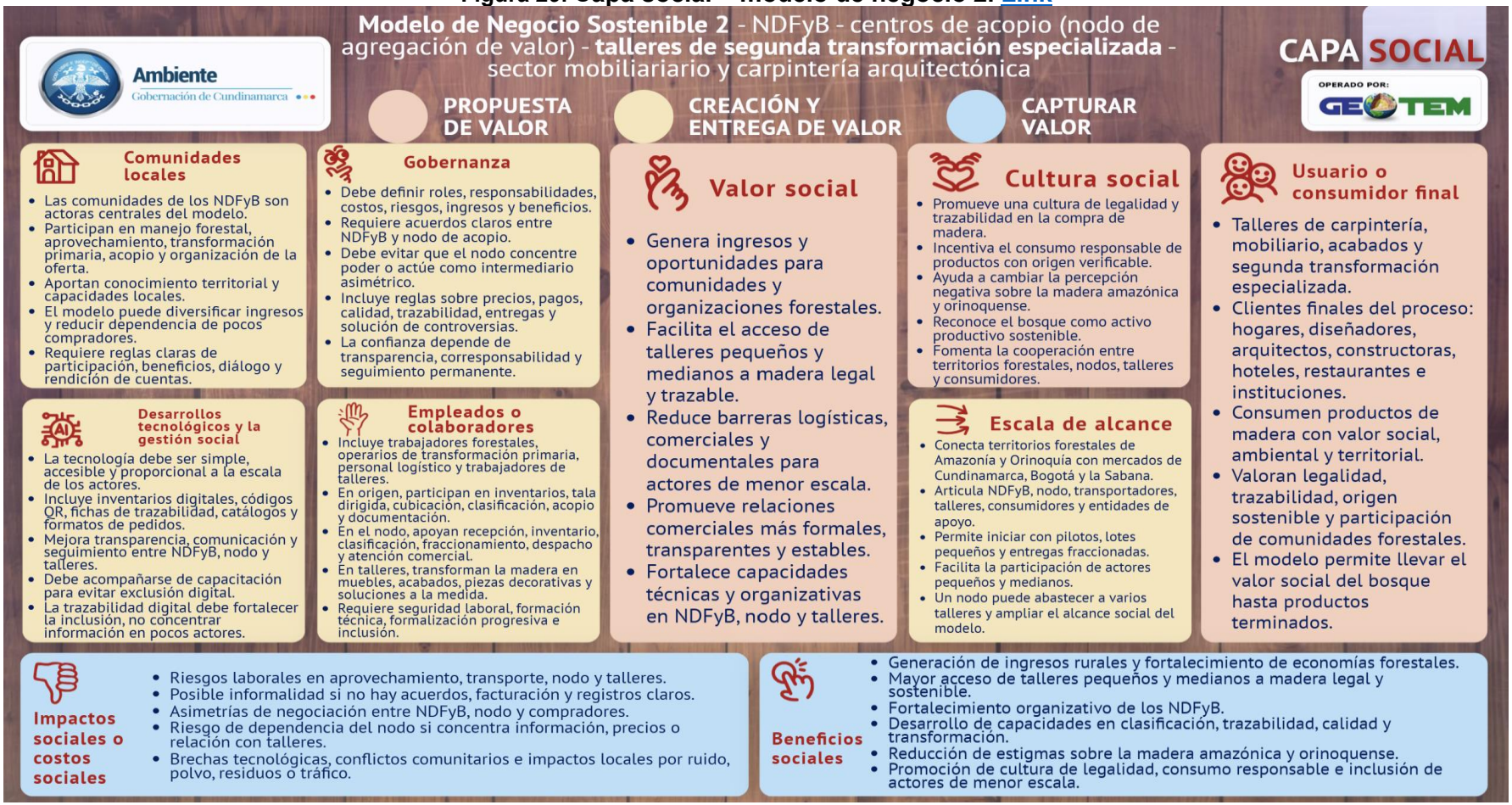
debe evitar que el nodo concentre poder o reproduzca una intermediación asimétrica; por el contrario, debe funcionar como un espacio de corresponsabilidad que equilibre los intereses de los NDFyB, el nodo, los talleres y los consumidores finales.

En tercer lugar, la **captura de valor social** se expresa en los beneficios y riesgos que el modelo puede generar. Entre los beneficios se destacan la generación de ingresos rurales, el fortalecimiento organizativo de los NDFyB, el acceso de talleres pequeños y medianos a madera legal, la formalización de relaciones comerciales, la reducción de estigmas sobre la madera amazónica y orinoquense, y la consolidación de una cultura de legalidad y consumo responsable. Sin embargo, también existen riesgos sociales asociados a informalidad laboral, asimetrías de negociación, dependencia del nodo, brechas tecnológicas, conflictos comunitarios, riesgos de seguridad laboral e impactos locales por ruido, polvo, residuos o tráfico en zonas urbanas y periurbanas.

En síntesis, la capa social del Modelo de Negocio 2 es horizontalmente coherente porque todos sus componentes apuntan a un mismo propósito: **construir una cadena de valor forestal más inclusiva, transparente y distribuida**, en la cual los NDFyB no permanezcan como proveedores aislados de materia prima, los talleres puedan acceder a madera legal y trazable en condiciones viables, y los consumidores finales reconozcan el valor social del origen forestal. Por tanto, la sostenibilidad social del modelo dependerá de que la articulación NDFyB–nodo–talleres se base en confianza, reglas claras, participación, formación, trazabilidad, distribución equilibrada de beneficios y gestión preventiva de los riesgos sociales.

La siguiente figura resume lo analizado frente a la capa social para el modelo de negocio 2.

Figura 29. Capa social – modelo de negocio 2. Link



Fuente: Geotem SAS.

11.4 Capa técnica – modelo de negocio 2

Desde el análisis horizontal, la **capa técnica del Modelo de Negocio 2** muestra coherencia entre la **propuesta de valor técnica**, la **creación y entrega de valor técnico** y la **captura de valor derivada del conocimiento técnico**. De acuerdo con la metodología, esta capa debe revisar los paradigmas de uso, el valor técnico, la cultura frente al cambio, así como el alcance técnico, las competencias, la experticia, la transferencia de conocimiento, el soporte técnico, las pérdidas por desconocimiento y los beneficios asociados al conocimiento técnico.

En primer lugar, la **propuesta de valor técnica** se centra en convertir la madera amazónica y orinoquense legal, trazable y sostenible en un insumo confiable para talleres de segunda transformación especializada. Para ello, el modelo debe superar paradigmas tradicionales del mercado, como la preferencia por pocas especies conocidas o la idea de que solo las maderas pesadas y semipesadas tienen valor técnico. Por el contrario, el análisis destaca que las **maderas pesadas, semipesadas y livianas** pueden tener aplicaciones diferenciadas en mobiliario, carpintería arquitectónica, revestimientos, molduras, piezas interiores, elementos decorativos, prototipos y soluciones a la medida.

Asimismo, el valor técnico no se limita a la resistencia estructural, sino que incorpora atributos como trabajabilidad, facilidad de corte, comportamiento en cepillado y lijado, estabilidad dimensional, respuesta al secado, apariencia, color, textura, veta, peso, durabilidad, facilidad de ensamble y aceptación de acabados. En este sentido, el nodo cumple una función central, porque traduce la diversidad forestal del origen en una oferta organizada, clasificada y comprensible para los talleres, mediante información sobre especie, grupo de densidad, dimensiones, humedad, calidad, defectos, trazabilidad y usos recomendados.

En segundo lugar, la **creación y entrega de valor técnico** depende de la articulación entre los tres eslabones del modelo: los NDFyB, el nodo de acopio, acondicionamiento y distribución, y los talleres especializados. En los NDFyB, el énfasis técnico está en mejorar la planificación del aprovechamiento, la identificación de especies, la cubicación, la transformación primaria, la clasificación inicial, la preparación de lotes y la trazabilidad. En el nodo, el foco está en recepción, verificación documental, clasificación, almacenamiento, control de humedad, re-aserrado, dimensionamiento, secado o presecado, fraccionamiento y preparación de pedidos. En los talleres, el valor se concreta en la selección adecuada del material y su transformación eficiente en productos finales.

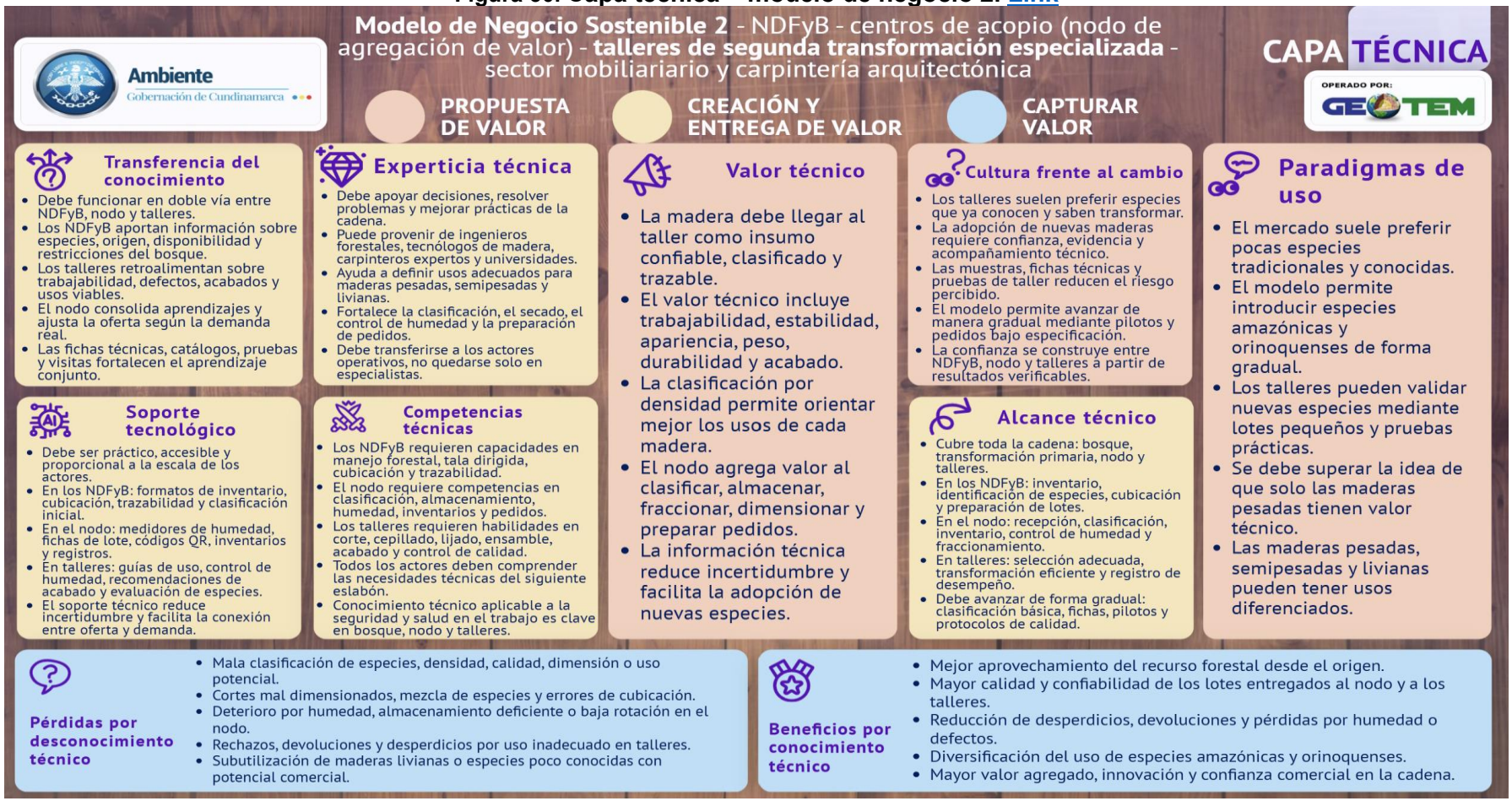
De igual manera, el análisis evidencia que la transferencia de conocimiento debe operar en doble vía. Los NDFyB deben compartir información sobre especies, disponibilidad, condiciones de aprovechamiento, dimensiones posibles y restricciones del manejo forestal sostenible; a su vez, los talleres deben retroalimentar al nodo y a los NDFyB sobre trabajabilidad, defectos recurrentes, comportamiento en máquinas, aceptación de acabados, dimensiones más demandadas y aplicaciones viables. Esta circulación de información permite ajustar futuros lotes, mejorar la clasificación, reducir rechazos y ampliar la aceptación de especies menos conocidas.

En tercer lugar, la **captura de valor técnico** se expresa en la reducción de pérdidas y en la generación de beneficios por conocimiento aplicado. Las pérdidas aparecen cuando hay mala clasificación, cortes inadecuados, errores de cubicación, mezcla de especies, falta de control de humedad, almacenamiento deficiente, defectos no identificados o uso incorrecto de la madera en los talleres. Estas fallas pueden generar desperdicio, devoluciones, baja rentabilidad, pérdida de confianza y subutilización de especies con potencial comercial. En contraste, el conocimiento técnico permite mejorar la eficiencia del aprovechamiento, organizar mejor los inventarios, preparar pedidos con mayor precisión, reducir desperdicios, diversificar especies y elevar la calidad de los productos finales.

En síntesis, la capa técnica del Modelo de Negocio 2 es horizontalmente coherente porque todos sus componentes apuntan a un mismo propósito: **hacer que la madera legal, trazable y multiespecie de los NDFyB llegue a los talleres en condiciones técnicas adecuadas para ser transformada con eficiencia, calidad y menor riesgo**. Para lograrlo, el nodo no solo cumple una función logística o comercial, sino también una función técnica estratégica, al clasificar, acondicionar, documentar, fraccionar y retroalimentar la oferta de madera, facilitando que los talleres adopten nuevas especies y que la cadena genere mayor valor agregado.

La siguiente figura resume lo analizado frente a la capa técnica para el modelo de negocio 2.

Figura 30. Capa técnica – modelo de negocio 2. Link



Fuente: Geotem SAS.

12 ANÁLISIS MODELO DE NEGOCIO 3 – ABASTECIMIENTO DE SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS DE MADERA TRAZABLE DE EMPRESAS TRANSFORMADORAS EN CUNDINAMARCA PARA SU APROVECHAMIENTO EN BIOCHAR

En el **Anexo 14** se presenta en una primera parte información de soporte investigada para determinar la pertinencia del modelo, y luego de manera detallada el análisis de los componentes asociados a cada una de las cuatro capas del modelo —económica, ambiental, social y técnica—.

12.1 El principio de uso en cascada de la madera

La Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU) y la FAO establecen que el sector forestal se sitúa en los ciclos biológico y técnico de la economía circular, lo que lo hace especialmente apto para adoptar un modelo circular basado en la bioeconomía. El principio fundamental es el **uso en cascada** (*cascading use*), que implica utilizar la madera y sus subproductos de forma secuencial, priorizando los usos materiales de mayor valor antes del aprovechamiento energético final.

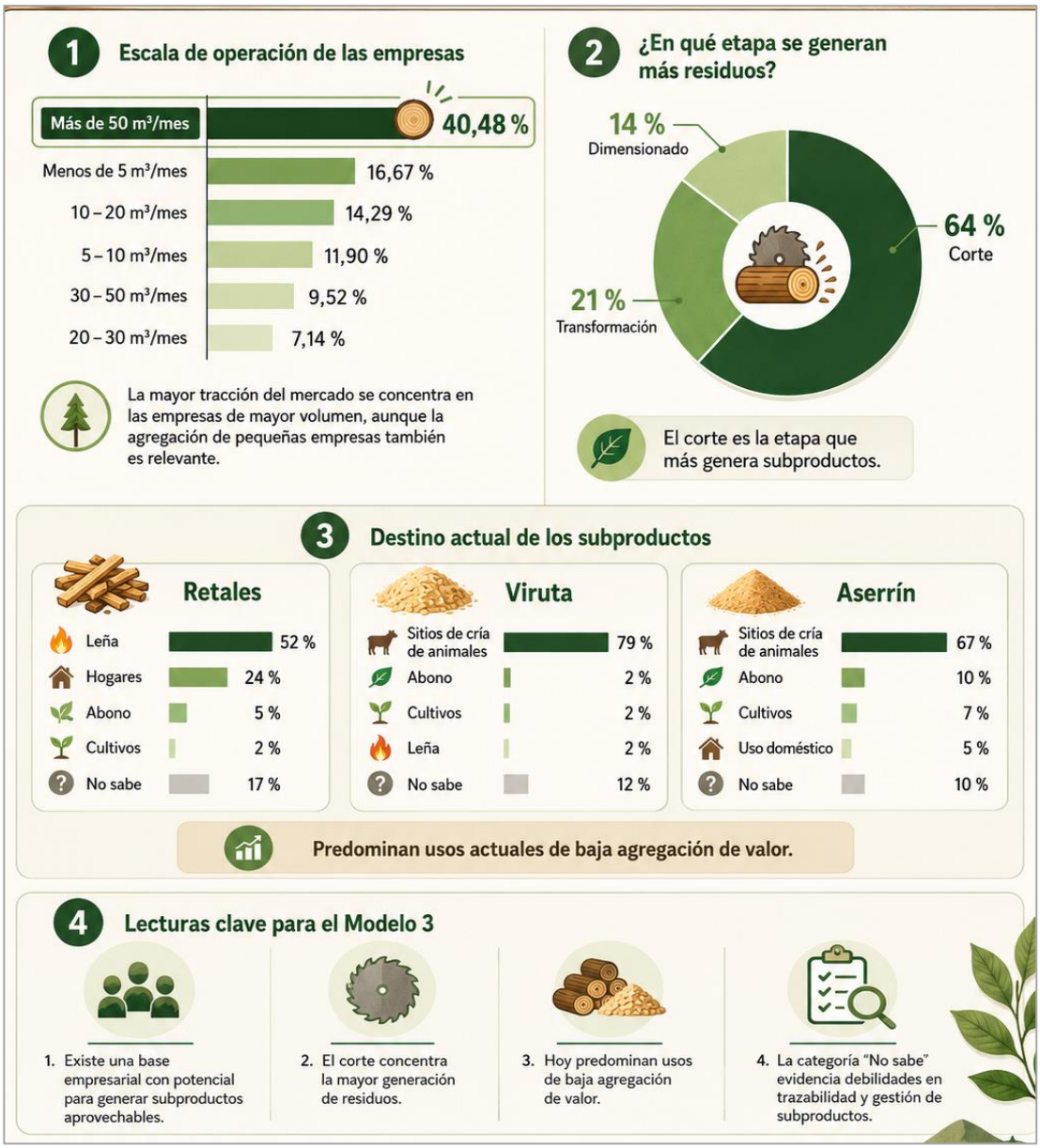
Un informe comisionado por la Ellen MacArthur Foundation y elaborado por Ramboll (2024), titulado *Realising the Potential of a Circular Economy for Wood-Based Materials*, distingue tres dimensiones del uso en cascada: i) **cascada en el tiempo**, que extiende la vida útil de la biomasa; ii) **cascada en valor**, que busca alternativas de uso que maximicen el valor a lo largo de todo el ciclo de vida; y iii) **cascada en función**, que maximiza el uso funcional total de los distintos flujos derivados de la biomasa, como ocurre en las biorrefinerías. Este marco conceptual es directamente aplicable al modelo de negocio planteado: los retales se destinan a productos materiales de alto valor (tableros, finger-joint), la viruta a productos intermedios (paneles, WPC), y el aserrín a productos energéticos o agroquímicos (pellets, briquetas, compost) (Ellen MacArthur Foundation, 2024).

12.2 Contexto frente al aprovechamiento de residuos y subproductos en las empresas transformadoras de Cundinamarca

La transformación de madera en procesos industriales y de carpintería genera una proporción significativa de subproductos y residuos, entre los cuales se encuentran retales, viruta, aserrín, corteza y despuntes. Diversos estudios internacionales señalan que entre el **40 % y el 60 % del volumen total de madera procesada termina convirtiéndose en subproductos o residuos**, dependiendo del nivel tecnológico de los equipos, la eficiencia del proceso de transformación y los patrones de corte utilizados (IDH – The Sustainable Trade Initiative, 2019; International Tropical Timber Organization [ITTO], 2015). Lejos de ser considerados únicamente como desperdicios, estos materiales constituyen hoy la base de múltiples **modelos de negocio basados en principios de economía circular**, en los cuales los residuos de un proceso se convierten en materia prima para nuevas cadenas productivas.

En el caso de Cundinamarca, el análisis realizado a partir de la encuesta aplicada por Geotem a **42 empresas del sector maderero** permite observar algunos patrones relevantes en relación con la escala de operación y la generación de subproductos. Estos datos se presentan en la siguiente figura.

Figura 31. Subproductos y residuos madereros y oportunidades de valorización en Cundinamarca.



Fuente: Geotem SAS, a partir de la encuesta realizada.

12.3 Rangos de referencia internacionales para el cálculo de cantidad de subproductos o residuos

Según referencias internacionales, una proporción significativa de la madera procesada en aserraderos no termina como producto principal, sino como subproductos o residuos con potencial de aprovechamiento. En términos generales, los estudios citados muestran que **la madera aserrada suele representar entre el 41 % y el 50 % del volumen procesado**, mientras que el porcentaje restante se distribuye entre chips, viruta, corteza, aserrín, retales, costaneras, piezas fuera de especificación u otros residuos sólidos. En el **anexo 14. Información soporte y Analisis componentes capas del modelo de negocio 3** se detallan las estimaciones realizadas al respecto por diferentes investigaciones.

En conjunto, estos estudios permiten establecer un **escenario base de referencia** para estimar la generación de subproductos en contextos como el de las empresas transformadoras de madera en Cundinamarca. Bajo este escenario, el balance promedio del material procesado puede aproximarse a la siguiente estructura:

- Producto principal (madera aserrada): **45–50 % del volumen de entrada**
- Chips o viruta: **25–30 %**
- Aserrín: **6–10 %**
- Retales y otros residuos sólidos: **15–20 %**
- Corteza: **5–10 %**, en los casos en que las trozas llegan con corteza.

Considerando que la encuesta realizada muestra que **el proceso de corte genera el 64 % de los residuos y el proceso de transformación el 21 %**, es razonable asumir que la mayor parte del **aserrín y la viruta** se origina principalmente en estas dos etapas, mientras que los **retales y otros residuos sólidos** se distribuyen entre los procesos de corte, dimensionado y transformación.

12.3.1 Estimaciones en la generación de residuos

Con el fin de contar con una primera aproximación al potencial de subproductos disponibles para el Modelo de Negocio 3, se realizó un ejercicio estimativo a partir de los rangos de volumen mensual reportados por las 42 empresas encuestadas. Para ello, se asignó un volumen promedio a cada rango de producción y se aplicaron porcentajes de referencia sobre generación de viruta, aserrín y retales, tomando como base rangos identificados en literatura internacional sobre transformación de madera.

El cálculo se elaboró únicamente como una aproximación preliminar, por lo que sus resultados deben interpretarse como una estimación orientativa del potencial de residuos o subproductos aprovechables. De esta manera se obtiene se obtienen las estimaciones mostradas en la Tabla 21.

Tabla 21. Cálculo de m3 aproximados de subproductos generados por parte de las 42 empresas encuestadas.

Rango de volumen mensual	Empresas	Volumen promedio por empresa (m³/mes)	Volumen total procesado (m³/mes)	Viruta (28%) m³	Aserrín (9%) m³	Retales (15%) m³	Total subproductos (m³)
Menos de 5 m³	7,0	3,0	21,0	5,9	1,9	3,2	10,9
5 – 10 m³	5,0	7,5	37,5	10,5	3,4	5,6	19,5
10 – 20 m³	6,0	15,0	90,0	25,2	8,1	13,5	46,8
20 – 30 m³	3,0	25,0	75,0	21,0	6,8	11,3	39,0
30 – 50 m³	4,0	40,0	160,0	44,8	14,4	24,0	83,2
Más de 50 m³	17,0	60,0	1020,0	285,6	91,8	153,0	530,4
Totales	**42,0**	**150,5**	**1403,5**	**393,0**	**126,4**	**210,6**	**729,8**

Fuente: Geotem a partir de las fuentes detalladas en el anexo 14.

El detalle de los supuestos utilizados, las fórmulas aplicadas y las referencias técnicas que sustentan los porcentajes de generación de subproductos se presenta en el **Anexo 14**.

El volumen estimado de 729,8 m³ (basado en una densidad promedio de 200 kg/m3, se estima una cantidad equivalente a 146 toneladas), de subproductos generados mensualmente equivale aproximadamente a la capacidad de 11 contenedores marítimos de 40 pies llenos de residuos de madera cada mes. Por lo que contemplar un modelo de negocio de aprovechamiento de estos residuos es justificable.

12.4 Ejemplos de aprovechamiento en diferentes casos empresariales

Los casos internacionales y nacionales revisados evidencian que los residuos y subproductos madereros pueden convertirse en una fuente relevante de valor económico, energético, ambiental e industrial, siempre que se integren a modelos de aprovechamiento estructurados. Experiencias como la de Finlandia muestran que los aserraderos pueden operar bajo esquemas de biorrefinería integrada, en los que cerca del 50 % de la producción corresponde a subproductos que se destinan a generación de calor y electricidad, pulpa, tableros, compuestos de madera y biocombustibles.

Además, los escenarios analizados para este país indican que orientar una mayor proporción de subproductos hacia usos materiales, en lugar de únicamente energéticos, puede incrementar los ingresos de la industria, mejorar la tasa de aprovechamiento y aumentar el carbono almacenado en productos de madera de mayor vida útil (Kunttu, 2017). Casos empresariales como Metsä Group y Stora Enso refuerzan esta tendencia, al demostrar que los flujos secundarios pueden convertirse en bioenergía, bioquímicos renovables y ventas complementarias para la industria forestal (Digipolis, 2023; European Commission, s. f.; Metsä Group, 2024; Stora Enso, 2024; Timber Trades Journal [TTJ], 2026).

En América Latina también se identifican experiencias relevantes de valorización de residuos. En Chile, MASISA ha desarrollado alternativas para transformar cenizas y polvo de madera en nuevos productos, mientras que CMPC gestiona y valoriza grandes volúmenes de residuos en procesos de celulosa, papel, cartón y embalajes (Cuáles Tu Huella, 2025; CMPC, 2022). En Brasil, la producción de pellets a partir de virutas y aserrín de pino ha mostrado viabilidad financiera, con una TIR de 22,36 %, un período de recuperación descontado de 8 años y 1 mes, y una relación beneficio-costo de 1,12 (Bueno & de Oliveira, 2025).

En Colombia, Bioena evidencia el potencial de escalar la producción industrial de pellets con residuos de aserraderos y plantaciones forestales comerciales, mientras que experiencias como Regeneración Ltda. muestran capacidades técnicas regionales para utilizar pellets de aserrín como sustituto parcial de carbón en hornos ladrilleros, con reducciones de costos de combustible del 7 % al 10 % al sustituir el 20 % del carbón (Inspenet, 2024; Hassig et al., 2014).

Estos casos permiten concluir que existen múltiples rutas de valorización para residuos como aserrín, viruta, retales, corteza y otros subproductos, incluyendo bioenergía, pellets, tableros, materiales compuestos tipo WPC, bioquímicos, carbón activado y biochar. En particular, la producción de biochar y carbón activado resulta relevante para el Modelo de Negocio 3, dado que la pirólisis permite transformar residuos forestales y agrícolas en productos con valor ambiental, energético y comercial, e incluso recuperar condensados y syngas para mejorar la eficiencia del proceso (Sebestyen & Grande, 2022). Por tanto, el análisis de estos referentes respalda la pertinencia de evaluar alternativas de economía circular para los subproductos madereros generados en Cundinamarca, dejando el detalle de cada caso, indicadores y fuentes en el **Anexo 14**.

12.4.1 Caso referente: Cotierra

Cotierra es una empresa de ***climate-tech*** y ***agtech*** que desarrolla soluciones para **descarbonizar cadenas de suministro agrícolas** mediante la **producción descentralizada de biochar** a partir de residuos agrícolas. Su trabajo se enfoca especialmente en cadenas como café y cacao, con el propósito de facilitar la transición hacia prácticas de **agricultura regenerativa** y cadenas de suministro más resilientes al clima. La empresa fue fundada en 2023, tiene sede en Zúrich, Suiza, y ha iniciado operaciones piloto en Colombia, particularmente en regiones cafeteras.

El concepto central del modelo consiste en transformar residuos agrícolas en biochar y reincorporarlo al suelo como enmienda agrícola. Con ello, la solución permite generar varios beneficios de manera simultánea: secuestrar carbono de forma duradera, mejorar la salud del suelo, aumentar la productividad agrícola y reducir emisiones dentro de la cadena de suministro. Para lograrlo, Cotierra **integra hardware, agronomía y software digital en un modelo de producción descentralizada**, **basado en** reactores portátiles o **unidades móviles de pirólisis** que permiten convertir residuos agrícolas directamente en las fincas o en lugares cercanos a su generación. Este enfoque evita transportar grandes volúmenes

de biomasa de baja densidad, reduce la competencia por el uso de estos residuos y disminuye los costos logísticos asociados a su manejo (Cotierra, s. f.).

La implementación geográfica de **Cotierra** se **inició en Colombia**, especialmente en zonas cafeteras, donde confluyen condiciones favorables para el despliegue del modelo: alta producción de café, presencia de pequeños productores y disponibilidad de residuos agrícolas derivados del manejo y renovación de cultivos. En este contexto, la empresa **desarrolla sus operaciones mediante alianzas con cooperativas cafeteras, *traders* internacionales de café y productores locales**, lo que permite integrar la producción de biochar dentro de la cadena de suministro agrícola y facilitar la adopción de prácticas de agricultura regenerativa en las zonas productoras (Cotierra, s. f.).

En cuanto al componente de mercado de carbono, el modelo de Cotierra se estructura a partir de la producción descentralizada de biochar como una forma de remoción durable de dióxido de carbono. El principio consiste en utilizar residuos de la renovación y mantenimiento de cafetales, que en ausencia del proyecto podrían quedar abandonados o ser quemados en campo, y transformarlos mediante pirólisis en biochar. Posteriormente, este material se mezcla con compost y se aplica al suelo, donde el carbono queda almacenado de forma más estable y prolongada. Bajo esta lógica, **el beneficio climático no se limita a evitar el manejo inadecuado de residuos, sino que también genera un sumidero adicional de carbono que puede ser cuantificado y convertido en créditos de remoción de carbono** (Foundation myclimate, s. f.).

Para sustentar esta remoción, el modelo incorpora un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación —MRV— que registra digitalmente cada etapa del proceso: origen de la biomasa, producción del biochar, condiciones de operación, aplicación en campo y ubicación del sumidero. De acuerdo con la información disponible, el proyecto utiliza herramientas digitales, fotografías georreferenciadas, seguimiento mediante aplicación móvil y almacenamiento de datos en software acreditado por Carbon Standards International. Este registro permite demostrar la trazabilidad del proceso y respaldar la emisión de unidades de carbono bajo la metodología **Global Artisan C-Sink**, diseñada para proyectos de producción y aplicación agrícola de biochar en países de ingresos bajos y medios.

Una vez verificada la información, los créditos o unidades de carbono pueden registrarse en el **Global C-Sink Registry**, plataforma que permite la inscripción, verificación, transferencia y retiro de sumideros certificados. De esta manera, **empresas interesadas en compensar emisiones residuales o apoyar remociones de carbono pueden adquirir estos créditos en el mercado voluntario**. En el caso de Cotierra, la venta de créditos genera ingresos que contribuyen a financiar el modelo y a incentivar la participación de productores. Según myclimate, el proyecto destina el 60 % de los ingresos a productores locales, lo que convierte el crédito de carbono en un mecanismo de pago por la generación de un beneficio climático verificable y, al mismo tiempo, en un incentivo para adoptar prácticas de agricultura regenerativa (Foundation myclimate, s.f.).

Este caso también evidencia que el mercado de carbono funciona mejor cuando el biochar no se plantea únicamente como un producto climático, sino como una solución con

beneficios productivos. En ese sentido, Cotierra vincula la remoción de carbono con la mejora de suelos, el aumento de la capacidad de retención de agua, la reducción en el uso de fertilizantes y el fortalecimiento de la resiliencia de los productores. Asimismo, se ha reportado que, **en alianza con Volcafe, se emitieron créditos de remoción de carbono basados en biochar en Colombia, dentro de cadenas de valor cafeteras, y que estos créditos se comercializan en el mercado voluntario como parte del incentivo inicial para los productores** (Foundation myclimate, s. f.).

Para el Modelo de Negocio 3, el caso Cotierra resulta especialmente relevante porque demuestra que el acceso al mercado de carbono no depende únicamente de producir biochar, sino de estructurar un sistema completo de trazabilidad, MRV, verificación independiente, registro de créditos y distribución transparente de beneficios. En consecuencia, si se quisiera adaptar una lógica similar al aprovechamiento de residuos madereros en Cundinamarca, sería necesario definir con precisión el origen de la biomasa residual, demostrar que no se está desplazando otro uso productivo relevante, registrar los volúmenes procesados, medir la cantidad y calidad del biochar producido, documentar su destino final y seleccionar una metodología o estándar compatible con el tipo de operación propuesta (Foundation myclimate, s. f.).

12.5 Definición de Biochar

Biochar es un material sólido rico en carbono que se obtiene mediante la **pirólisis de biomasa**, es decir, la descomposición térmica de materia orgánica en condiciones de **bajo o nulo oxígeno**, generalmente a temperaturas entre **350 °C y 700 °C**. Este proceso transforma residuos orgánicos —como madera, residuos agrícolas, estiércol o biomasa forestal— en un carbón estable que puede almacenarse en el suelo durante largos periodos de tiempo (Lehmann & Joseph, 2015).

Desde el punto de vista químico, el biochar está compuesto principalmente por **carbono aromático altamente estable**, con una estructura porosa que le confiere una gran **superficie específica y capacidad de adsorción**. Estas propiedades permiten que el biochar mejore la **retención de agua, nutrientes y microorganismos en el suelo**, además de contribuir a la **captura y almacenamiento de carbono** (International Biochar Initiative, 2015).

En términos ambientales, el biochar se considera una tecnología de **remoción de carbono (Carbon Dioxide Removal, CDR)** porque el carbono presente en la biomasa —que originalmente proviene del CO_2 capturado por las plantas durante la fotosíntesis— queda estabilizado en el biochar y puede permanecer almacenado en el suelo durante **décadas o siglos**, evitando su retorno inmediato a la atmósfera (IPCC, 2022).

Por estas razones, el biochar tiene aplicaciones en varios campos, entre ellos:

- **Agricultura:** como enmienda para mejorar fertilidad, estructura y retención de agua en el suelo.
- **Gestión ambiental:** adsorción de contaminantes en agua y suelos.

- **Economía circular:** valorización de residuos agrícolas y forestales.
- **Mercados de carbono:** generación de créditos de carbono por secuestro de CO_2.

Asimismo, es importante precisar que el biochar producido puede presentar un contenido de carbono del orden del **70 % al 80 % en forma estable** (Lehmann et al., 2006; Sirjana et al., 2024; Jing et al., 2026). Esto significa que una proporción relevante del carbono contenido en la biomasa puede quedar fijada en una estructura más resistente a la degradación, reduciendo la posibilidad de que retorne rápidamente a la atmósfera en forma de CO_2. No obstante, este rango no debe entenderse como un valor universal, sino como un supuesto técnico preliminar, sujeto al tipo de biomasa utilizada, las condiciones de pirólisis, la temperatura, el tiempo de residencia, la humedad del material, la tecnología empleada y la medición analítica del biochar efectivamente producido.

Esta característica permite que el biochar pueda ser considerado como una alternativa de almacenamiento o remoción de carbono. Sin embargo, la estimación de toneladas de CO_2 removidas no resulta únicamente de aplicar de manera directa el porcentaje de carbono al peso del biochar. Para efectos técnicos, financieros o climáticos, el cálculo debe diferenciar, como mínimo, la cantidad de biomasa procesada, el rendimiento de conversión biomasa–biochar, el carbono total contenido en el biochar, la fracción estable o elegible, la conversión estequiométrica de carbono a CO_2 equivalente, las emisiones o deducciones asociadas al proceso y la remoción neta potencialmente certificable.

En consecuencia, **en esta etapa no es posible cerrar una reconciliación definitiva entre el porcentaje de carbono del biochar y las toneladas netas de CO_2 removidas**, debido a que aún no se cuenta con pruebas reales de pirólisis, caracterización físico-química del biochar, análisis de laboratorio, tecnología seleccionada, metodología climática adoptada ni verificación externa. Por tanto, los valores incorporados en el flujo financiero deben mantenerse como **valores preliminares de planeación**, sujetos a validación técnica, medición experimental, MRV y verificación independiente.

Para que el beneficio climático del biochar pueda ser contabilizado en mercados de carbono o esquemas de certificación, deberá implementarse un sistema de **Monitoreo, Reporte y Verificación —MRV—** que sustente el origen y trazabilidad de la biomasa, las condiciones del proceso de pirólisis, la cantidad de biochar producido, su contenido de carbono estable, las emisiones asociadas al proceso, el destino final del producto y la permanencia del carbono almacenado. El detalle técnico de estos supuestos y de su aplicación en el modelo se presenta en el **Anexo 14**.

12.6 Emisiones en la producción de biochar

Frente a la producción de biochar mediante un sistema de pirólisis móvil, como el planteado para el Modelo de Negocio 3, no debe entenderse como un proceso libre de emisiones, sino como una alternativa de valorización que puede reducir impactos frente a prácticas menos controladas, como la quema abierta o la disposición inadecuada de residuos madereros.

Al operar bajo condiciones controladas de pirólisis, el sistema puede transformar residuos de bajo valor en biochar, un producto con potencial agrícola, ambiental y climático, siempre que incorpore controles sobre temperatura, oxígeno, humedad, gases, material particulado y calidad del producto final. **La literatura técnica señala que las unidades de producción de biochar pueden presentar emisiones considerablemente menores de material particulado**, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno frente a la quema abierta, **siempre que cuenten con diseño y operación adecuados** (Washington State University, s. f.).

Igualmente, experiencias de sistemas móviles, como CharBoss del U.S. Forest Service, destacan que el procesamiento móvil de residuos leñosos puede disminuir la necesidad de quemas abiertas, reducir humo y partículas, y convertir residuos sin valor comercial en un producto de mayor valor (U.S. Forest Service, 2020). Para que estos beneficios sean verificables, el modelo debe incluir biomasa limpia y trazable, exclusión de madera tratada o contaminada, operación en equipos cerrados o controlados, combustión o aprovechamiento del syngas, manejo de condensados, control de polvo, análisis de contaminantes en el biochar y un sistema MRV que contabilice tanto el carbono estabilizado como las emisiones del proceso. **Bajo esta lógica, el sistema móvil no elimina por completo los impactos, pero sí permite gestionarlos, mitigarlos y documentarlos, fortaleciendo su potencial como tecnología de economía circular y remoción de carbono** (Puro.earth, 2025; European Biochar Certificate, s. f.).

12.7 Seguridad y Salud en el Trabajo en el manejo de un sistema de pirólisis móvil

Para un sistema portátil o móvil de pirólisis como el propuesto, el componente de Seguridad y Salud en el Trabajo debe ser tratado como un **sistema de gestión de riesgos industriales y de proceso**, no solo como entrega de elementos de protección personal. En Colombia, debe integrarse al **SG-SST**, que exige anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos laborales mediante un proceso por etapas y de mejora continua; además, debe adaptarse al tamaño, características y actividades de la empresa u operador.

Tabla 22. Principales riesgos y medidas de control en el manejo de un sistema de pirólisis móvil.

Riesgo principal	Por qué ocurre	Medidas que deberían exigirse
Exposición a monóxido de carbono —CO— y gases de pirólisis	La pirólisis y la combustión incompleta del syngas pueden generar CO, VOC y otros gases. El CO es incoloro e inodoro y puede acumularse rápidamente, incluso en áreas aparentemente ventiladas. (Springsteen et al., 2021).	Operar solo en áreas abiertas o adecuadamente ventiladas; instalar detectores fijos o portátiles de CO con alarma; monitorear gases antes y durante la operación; prohibir operación en espacios cerrados o semiconfinados; definir rutas de evacuación y protocolo de rescate. OSHA recomienda ventilación efectiva, mantenimiento de equipos, monitores personales de CO y capacitación específica. (Occupational Safety and Health Administration, s.f.)
Incendio y explosión	El sistema trabaja con altas temperaturas, gases inflamables, biomasa seca, polvo de madera y	Elaborar análisis HAZOP antes de operar; contar con procedimiento de arranque, parada y parada de emergencia; purgar el sistema

Riesgo principal	Por qué ocurre	Medidas que deberían exigirse
	biochar caliente. IBI identifica como riesgos críticos el fuego, explosión, explosión de polvo en superficies calientes, fugas de gas y combustión durante almacenamiento.	antes del arranque cuando aplique; enviar gases iniciales a antorcha o oxidación térmica; mantener extintores adecuados, zonas libres de combustibles, control de fuentes de ignición y plan de emergencias.
Polvo combustible de madera o biochar	La trituración, cribado, transporte, descarga y empaque pueden generar polvo. El polvo de madera y materiales carbonosos pueden incendiarse o explotar si se dispersan en el aire y encuentran una fuente de ignición (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, s.f.).	Implementar extracción o captación de polvo en la fuente; limpieza frecuente con equipos adecuados, no con aire comprimido; control de acumulaciones; puesta a tierra de equipos; control de chispas, fricción y superficies calientes; permisos de trabajo en caliente; capacitación en riesgo de polvo combustible. (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, s.f.).
Quemaduras y estrés térmico	El reactor, ductos, gases, biochar recién producido y superficies metálicas pueden alcanzar temperaturas elevadas. Además, la operación puede realizarse al aire libre o cerca de fuentes de calor.	Aislamiento térmico de superficies calientes; barreras físicas; señalización; guantes térmicos, careta, gafas, ropa resistente al calor y botas de seguridad; pausas, hidratación, sombra y aclimatación. OSHA recomienda hidratación, turnos más cortos, descansos frecuentes, entrenamiento y controles de ingeniería o ajustes de carga laboral frente al calor. (Occupational Safety and Health Administration, s.f.)
Atrapamientos, cortes y golpes con equipos móviles	El modelo incluye trituradoras, cribas, alimentadores, tornillos sinfín, remolques, sistemas de descarga y partes móviles.	Guardas físicas en partes móviles; bloqueo y etiquetado —LOTO— antes de mantenimiento; operación solo por personal autorizado; inspección preoperacional; zonas de exclusión alrededor del equipo móvil; señalización y control de tránsito interno. OSHA señala que el bloqueo/etiquetado busca prevenir liberación inesperada de energía peligrosa durante mantenimiento. (Occupational Safety and Health Administration, s.f.)
Riesgos en arranque, parada y descarga	IBI advierte que muchos accidentes ocurren durante el arranque y la parada; además, al abrir o descargar el equipo puede entrar aire y provocar combustión o explosión, según las condiciones del biochar.	Procedimientos escritos de arranque, operación, apagado, enfriamiento, descarga y almacenamiento; operación supervisada en todo momento; no descargar biochar caliente sin verificar temperatura; enfriamiento o humectación controlada; pruebas de piroforicidad si el material será transportado; uso de EPP para calor y polvo.
Emisiones atmosféricas y exposición a contaminantes	Las unidades de biochar pueden emitir PM, CO, VOC, NOx y eventualmente contaminantes peligrosos, dependiendo de biomasa, humedad, diseño, operación y controles (Springsteen et al., 2021).	Usar biomasa limpia y trazable; excluir madera tratada, pintada o contaminada; controlar humedad; garantizar combustión completa del syngas; instalar ciclones, filtros de mangas, precipitadores o lavadores si aplica; monitorear emisiones; gestionar, y verificar cumplimiento de permisos ambientales. WSU señala que PM, VOC y CO se controlan

Riesgo principal	Por qué ocurre	Medidas que deberían exigirse
		mediante combustión completa y tecnologías adicionales de control (Springsteen et al., 2021).
Ruido, ergonomía y manipulación de cargas	La preparación de biomasa, trituración, alimentación, descarga y empaque pueden generar ruido, vibración, posturas forzadas y manipulación manual.	Medición de ruido; protección auditiva; ayudas mecánicas para carga y descarga; límites de peso; rotación de tareas; capacitación en manipulación segura; mantenimiento preventivo de equipos.
Riesgos por operación móvil en distintos predios	Al desplazarse entre empresas, cambian las condiciones de espacio, accesos, ventilación, cercanía a materiales combustibles, redes eléctricas, tránsito interno y respuesta a emergencias.	Lista de chequeo previa por cada sitio; validación de ubicación segura; distancias frente a bodegas, madera almacenada, viviendas o zonas de tránsito; nivelación y estabilización del remolque; conexión eléctrica segura; rutas de evacuación; coordinación con el SG-SST de la empresa anfitriona.

Fuente: Geotem SAS a partir de las fuentes citadas.

Para operar el sistema portátil de pirólisis, se recomienda que el operador cuente con un **SG-SST específico para la unidad móvil**, articulado con el SG-SST de cada empresa donde se instale temporalmente. Este sistema debería incluir, como mínimo, identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos, procedimientos escritos, capacitación, gestión de emergencias, indicadores, investigación de incidentes y mejora continua. En Colombia, el Decreto 1072 exige que la identificación de peligros y evaluación de riesgos sea documentada y actualizada al menos anualmente, y que contemple cambios en procesos, instalaciones, equipos y maquinaria.

Además, por tratarse de un proceso térmico con gases combustibles, polvo, altas temperaturas y partes móviles, debería elaborarse un **HAZOP o análisis de peligros y operabilidad** antes de iniciar el piloto. La International Biochar Initiative recomienda que las plantas de pirólisis cuenten con especificaciones funcionales, diagramas de proceso, diagramas de instrumentación, HAZOP, revisión de diseño, manual de comisionamiento y manual de operación y mantenimiento.

En términos prácticos, antes de operar en cada empresa de la red se debería exigir una **lista de chequeo de sitio**, que verifique: ventilación, espacio disponible, ausencia de materiales inflamables cercanos, rutas de evacuación, acceso para bomberos, disponibilidad de agua o agentes extintores, estabilidad del remolque, conexión eléctrica segura, zona de exclusión, condiciones de almacenamiento de biomasa y condiciones para almacenamiento temporal del biochar. Esta revisión debe complementarse con un **Análisis Seguro de Trabajo —AST—** por actividad: transporte, instalación, carga, arranque, operación, descarga, enfriamiento, empaque, mantenimiento y retiro.

Para el Modelo de Negocio 3, la operación del sistema portátil de pirólisis debe condicionarse a la existencia de un protocolo robusto de Seguridad y Salud en el Trabajo. Este protocolo debe contemplar no solo la entrega de EPP, sino controles de ingeniería, procedimientos operativos, monitoreo de gases, manejo de polvo combustible, prevención de incendios y explosiones, control de emisiones, capacitación, mantenimiento, permisos

de trabajo, respuesta a emergencias y coordinación con las empresas anfitrionas. La movilidad del sistema es una ventaja económica y logística, pero también exige que la gestión del riesgo sea replicable, verificable y adaptable a cada predio donde opere.

12.8 Descripción del modelo de negocio 3

El modelo de negocio 3 consistiría en la **producción de biochar mediante un sistema portátil de pirólisis montado sobre una plataforma móvil, que puede desplazarse y operar cerca de la fuente de generación de residuos de madera —aserrín, viruta y retales—**. Este enfoque permite evitar los elevados costos logísticos asociados al transporte de biomasa de baja densidad, uno de los principales factores que limitan la viabilidad económica de proyectos de bioenergía o biochar centralizados (Sahoo et al., 2021; Chung et al., 2012).

El sistema portátil se instalaría temporalmente en aserraderos o plantas transformadoras de madera, donde los residuos serían preparados mediante actividades como triturado, cribado y, eventualmente, secado. Posteriormente, **estos materiales se someterían a un proceso de pirólisis controlada, generando biochar *in situ*. La producción descentralizada permite convertir residuos voluminosos y de bajo valor en un producto sólido de mayor densidad, estabilidad y valor comercial**, facilitando su uso local o su comercialización para aplicaciones agrícolas, mejoramiento de suelos, restauración o usos ambientales (Kim et al., 2015).

Adicionalmente, **el modelo integraría un sistema digital de Monitoreo, Reporte y Verificación —MRV—**, orientado a registrar de manera trazable y verificable la información necesaria para sustentar tanto la producción de biochar como la eventual generación de créditos de carbono. Este sistema debería registrar, como mínimo:

- origen y volumen del residuo utilizado;
- tipo de residuo procesado;
- empresa transformadora que aporta la biomasa;
- parámetros operativos del proceso de pirólisis;
- cantidad de biochar producido;
- calidad o características básicas del biochar;
- destino final del biochar;
- carbono secuestrado en el producto final.

Esta información permitiría estimar la remoción neta de CO_2 asociada al carbono estabilizado en el biochar y, en caso de cumplir con los requisitos de una metodología o estándar aplicable, facilitaría la generación de créditos de carbono verificables en mercados voluntarios.

En este punto, **el mercado voluntario de carbono funcionaría como un mecanismo mediante el cual el proyecto podría convertir la remoción de carbono lograda por el biochar en unidades comercializables**, siempre que dicha remoción sea medible, verificable, adicional, permanente y trazable. Para ello, no basta con producir biochar; sería necesario estructurar formalmente un proyecto de carbono, seleccionar una metodología compatible con biochar y residuos de madera, demostrar el origen legal y trazable de la biomasa, justificar que el uso de los residuos no desplaza otros aprovechamientos de mayor valor, definir el escenario base, calcular las remociones netas, implementar el sistema MRV, someter la información a verificación independiente y registrar los créditos generados en una plataforma o registro reconocido.

El proceso operaría, en términos generales, en cinco momentos:

- Se conformaría la red de empresas transformadoras aportantes de residuos y se definirían los protocolos de segregación, acopio, trazabilidad y entrega de biomasa.
- Se operaría el sistema portátil de pirólisis y se registrarían los datos técnicos y ambientales mediante el MRV.
- Se calcularía el carbono removido y almacenado de forma estable en el biochar, descontando las emisiones asociadas al proceso, transporte, energía u otros factores que correspondan.
- Un verificador independiente revisaría la información y validaría la consistencia del proyecto frente a la metodología seleccionada.
- Una vez aprobada la verificación, se emitirían créditos de carbono que podrían ser vendidos a empresas interesadas en compensar emisiones residuales o financiar remociones de carbono en el mercado voluntario.

El retorno económico asociado a los créditos de carbono se produciría cuando estos sean emitidos y vendidos, o eventualmente antes, si se logran acuerdos de compra anticipada, contratos de preventa u otros mecanismos de financiamiento climático. En un escenario conservador, los ingresos por carbono no deberían asumirse como inmediatos, sino como un flujo condicionado al cumplimiento de los requisitos técnicos, documentales, metodológicos y de verificación. Por esta razón, el modelo debe prever que los costos de estructuración, MRV, verificación, registro y comercialización de créditos sean incorporados dentro del análisis financiero.

Los ingresos del proyecto podrían provenir de tres fuentes principales:

- venta de biochar para usos agrícolas, mejoramiento de suelos, restauración o aplicaciones ambientales;
- créditos de carbono derivados del secuestro estable de carbono en el biochar;

- acuerdos de participación con empresas transformadoras de madera, que aportarían los residuos y recibirían una parte de los ingresos generados por el biochar o los créditos de carbono.

Para que el modelo sea atractivo para las empresas transformadoras que integren la red, se recomienda **establecer desde el inicio un mecanismo transparente de distribución de ingresos**. Este mecanismo podría definir qué porcentaje se destina al operador del sistema portátil, qué proporción se reconoce a las empresas que aportan biomasa residual, qué parte cubre los costos de MRV, verificación y administración, y qué porcentaje se reinvierte en un fondo común para ampliar la red, mejorar equipos, fortalecer trazabilidad, financiar nuevos pilotos o cubrir futuras verificaciones. De esta forma, el mercado de carbono no funcionaría únicamente como una fuente adicional de ingresos, sino como un incentivo para organizar la gestión de residuos, mejorar la trazabilidad y fortalecer la cooperación entre empresas.

12.8.1 Alternativas para la figura del operador del sistema móvil de pirólisis

Para el Modelo de Negocio 3, la figura del operador del sistema móvil de pirólisis debe definirse con especial cuidado, porque no se trata únicamente de administrar una máquina, sino de asumir responsabilidades técnicas, ambientales, de seguridad, trazabilidad, MRV, comercialización del biochar y eventual distribución de beneficios asociados a créditos de carbono. El análisis del modelo muestra que la viabilidad no depende solo de adquirir un sistema portátil, sino de consolidar una red estable de empresas aportantes de residuos, asegurar biomasa trazable y limpia, operar a escala suficiente, mantener calidad del biochar, contar con compradores y estructurar un MRV verificable.

La movilidad del equipo exige protocolos estrictos de seguridad, listas de chequeo por predio, articulación con el SG-SST de cada empresa anfitriona, manejo de gases, polvo, altas temperaturas, riesgo de incendio, control de emisiones, mantenimiento y registro operativo. Por tanto, se anotan a continuación las alternativas viables identificadas.

Tabla 23. Alternativas viables operador del sistema móvil de pirólisis.

Alternativa	Descripción	Ventajas	Limitaciones	Aplicación recomendada
1. Operador especializado externo	Una empresa técnica especializada opera el sistema móvil mediante contrato de operación, servicio por tonelada procesada o esquema O&M (operación y mantenimiento).	Reduce riesgos técnicos, facilita mantenimiento, seguridad, control de proceso y MRV.	Puede tener mayor costo inicial y requiere identificar un operador con experiencia real en pirólisis o biochar.	Muy recomendable para el piloto.

Alternativa	Descripción	Ventajas	Limitaciones	Aplicación recomendada
2. SAS o SAS BIC creada por empresas de la red	Las empresas aportantes crean una sociedad vehículo para administrar activos, contratos, ingresos, operación y expansión.	Permite separar riesgos, atraer inversión, contratar personal y definir reglas de participación.	Requiere gobierno corporativo, aportes, contabilidad, seguros y reglas claras de entrada y salida.	Recomendada para consolidación y escalamiento.
3. Unión temporal o consorcio	Varias empresas se asocian para formular el proyecto, buscar recursos y eventualmente ejecutar un contrato específico.	Útil para presentarse a convocatorias, contratos o proyectos financiados.	No es la figura más adecuada para operación permanente; puede generar responsabilidad solidaria entre integrantes.	Útil para formulación y gestión de recursos, no como operador definitivo.
4. Cooperativa o asociación empresarial	Las empresas crean una entidad asociativa de servicios para gestionar residuos, operación y beneficios.	Favorece participación de mipymes, gobernanza democrática y distribución colectiva de beneficios.	Puede ser más lenta para decisiones empresariales y menos atractiva para inversionistas privados.	Viable si se busca enfoque asociativo y participación amplia.
5. GREMIOS del sector como articulador	Un gremio que puede actuar como articulador, secretaría técnica, gestor de aliados y coordinador sectorial.	Tiene legitimidad gremial y capacidad de articular actores de la red forestal, madera y mobiliario.	No se recomienda que opere directamente la máquina sin una unidad técnica, seguros, personal especializado y responsabilidades claras.	Recomendable como articulador, no como operador industrial directo.
6. Alianza gremio–universidad–empresas	Empresas, gremios y universidades formulan, diseñan, validan y acompañan el piloto.	Fortalece innovación, diseño, calidad del biochar, MRV, ensayos y transferencia de conocimiento.	La universidad no debería quedar como operadora comercial permanente.	Recomendada para diseño, investigación aplicada y piloto.
7. Operador tecnológico tipo "biochar-as-a-service"	Un proveedor tecnológico aporta equipo, operación, mantenimiento y soporte técnico, cobrando por servicio o participación en ingresos.	Reduce riesgo de compra de tecnología no validada y permite transferencia técnica.	Puede generar dependencia tecnológica y costos recurrentes altos.	Viable para piloto si se identifica proveedor confiable.
8. Operador seleccionado	Si hay recursos públicos o	Permite transparencia,	Requiere estructuración	Recomendable si la

Alternativa	Descripción	Ventajas	Limitaciones	Aplicación recomendada
mediante esquema público-privado	cooperación, se selecciona un operador mediante convocatoria, contrato, convenio o esquema similar.	criterios de elegibilidad y separación entre apoyo público y operación privada.	jurídica, fiscal y contractual robusta.	Gobernación o cooperación cofinancian el sistema.

Fuente: Geotem SAS.

Desde el punto de vista jurídico, una **SAS** resulta atractiva para la fase de consolidación porque puede constituirse por una o varias personas naturales o jurídicas, genera una persona jurídica distinta de sus accionistas y limita la responsabilidad de estos hasta el monto de sus aportes. La **unión temporal o consorcio** puede servir para presentar propuestas o ejecutar proyectos específicos, pero debe considerarse que sus integrantes responden solidariamente por las obligaciones de la propuesta y del contrato, según corresponda. La **cooperativa** también es viable cuando se busca una figura asociativa de servicios, pues la normativa colombiana la define como una empresa asociativa sin ánimo de lucro donde los usuarios o trabajadores son aportantes y gestores, orientada a producir o distribuir bienes o servicios para sus asociados y la comunidad.

En cuanto a la parte gremial, puede tener un papel relevante como articulador, gestor sectorial o secretaría técnica, porque son actores que representan actores de la red forestal, madera y mobiliario, entre otros, e impulsan iniciativas económicas, ambientales, sociales, de investigación, educación aplicada, servicios ecosistémicos y transformación primaria y secundaria. Sin embargo, para asumir la operación directa del sistema móvil requeriría capacidades adicionales de tipo industrial, ambiental, financiero, de seguridad y MRV.

De esta manera, la alternativa más conveniente es adoptar un **modelo híbrido y progresivo**, en el cual no se defina una figura única desde el inicio, sino que la estructura evolucione según la madurez técnica, financiera y comercial del Modelo de Negocio 3.

Tabla 24. Modelo híbrido y progresivo.

Fase	Figura recomendada	Justificación
Fase 1. Diseño y estructuración	Alianza entre Secretaría de Bienestar Verde, Organización gremial, empresas transformadoras, universidades/laboratorios y posible proveedor tecnológico.	Permite formular el proyecto, caracterizar residuos, validar tecnología, estructurar protocolos, definir MRV, identificar recursos y organizar la red empresarial.
Fase 2. Piloto operativo	Operador técnico especializado o proveedor tecnológico contratado, con Organización gremial y la Gobernación como articuladores y universidades/laboratorios como soporte técnico.	Reduce riesgos en seguridad, emisiones, calidad, mantenimiento y MRV. La red aporta residuos y datos, pero la operación técnica queda en manos especializadas.

Fase	Figura recomendada	Justificación
Fase 3. Consolidación	SAS, SAS BIC, cooperativa o asociación empresarial de servicios, según el perfil de los actores y la fuente de financiación.	Permite administrar activos, ingresos, contratos, seguros, reparto de beneficios, reinversión, comercialización de biochar y operación recurrente.
Fase 4. Escalamiento	Sociedad vehículo u operador privado especializado con contratos de suministro de biomasa, acuerdos de venta de biochar, MRV formal y eventual esquema de carbono.	Facilita atraer inversión, firmar acuerdos de compra futura (offtake), gestionar verificación externa, distribuir beneficios y ampliar cobertura territorial o sectorial.

Fuente: Geotem SAS.

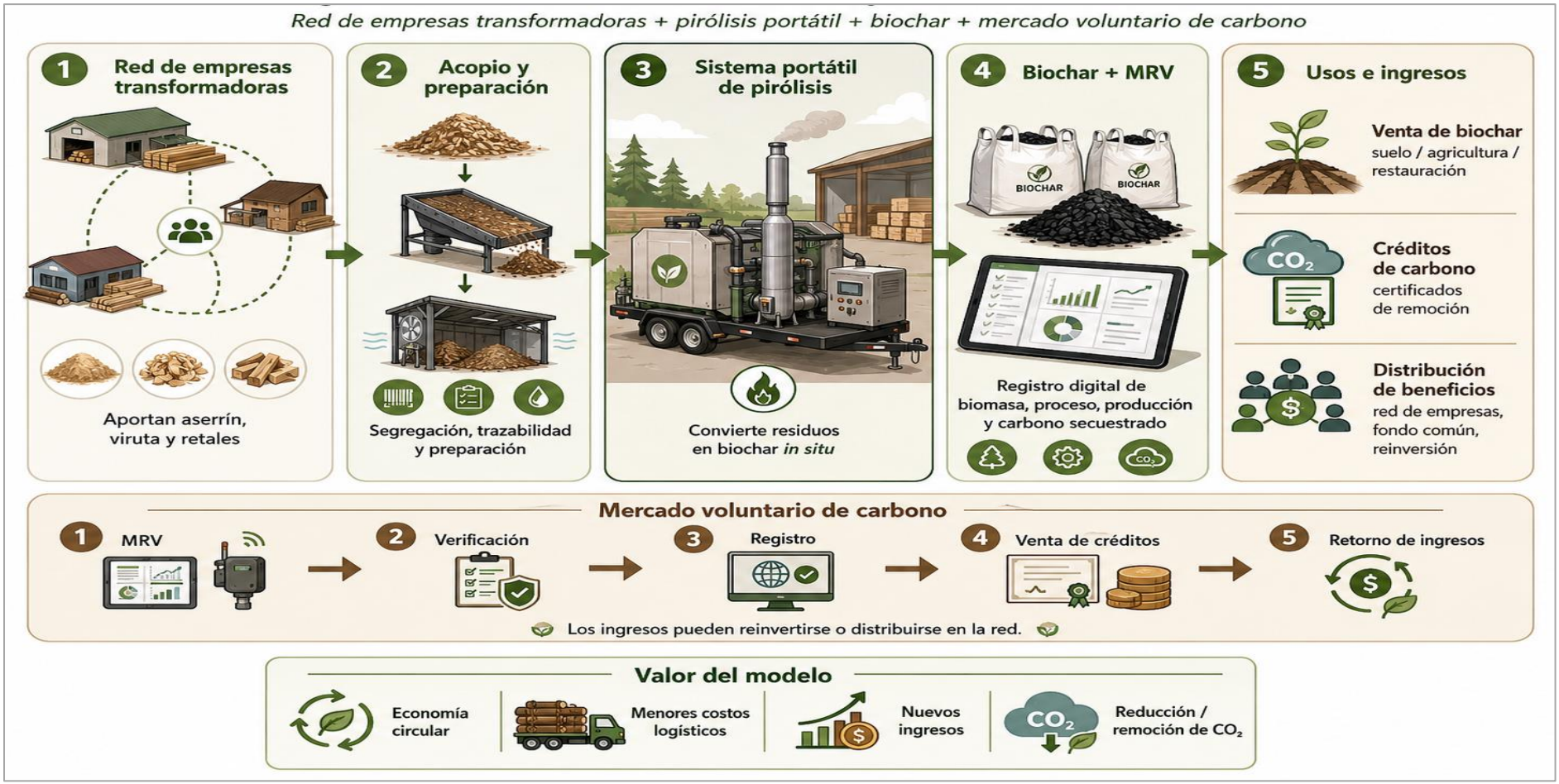
De esta manera, se recomienda que la **Gobernación de Cundinamarca y la organización gremial no operen directamente el sistema móvil**, sino que actúen como articuladores, facilitadores, convocantes y garantes de reglas sectoriales. Las **empresas de la red** aportan residuos trazables, espacios de operación y datos; las **universidades y laboratorios** apoyan la validación técnica, calidad del biochar y MRV; y un **operador técnico especializado** asume la operación del sistema durante el piloto. Una vez validado el modelo, la operación puede migrar hacia una **SAS/SAS BIC o cooperativa de servicios**, con reglas claras de propiedad del equipo, titularidad del biochar, derechos sobre créditos de carbono, distribución de ingresos, reinversión, seguros, responsabilidades y solución de controversias.

Para una mayor comprensión del modelo de negocio 3 propuesto se presenta la **Figura 32**.

En consecuencia, este esquema permitiría valorizar subproductos forestales o industriales que actualmente tienen bajo valor económico o se eliminan mediante quema, disposición o usos de baja agregación de valor, contribuyendo simultáneamente a la reducción de emisiones, al secuestro de carbono, a la generación de nuevos ingresos y al fortalecimiento de una red empresarial basada en economía circular dentro de la cadena forestal-maderera (Sahoo et al., 2021).

También, es importante señalar que el modelo de negocio descrito **podría acceder a beneficios tributarios asociados a inversiones en control ambiental**, particularmente al **descuento establecido en el artículo 255 del Estatuto Tributario de Colombia**, el cual permite deducir **hasta el 25 % del valor de las inversiones certificadas en control, conservación o mejoramiento del medio ambiente** directamente del impuesto de renta a cargo, siempre que dichas inversiones sean debidamente certificadas por la autoridad ambiental competente.

Figura 32. Funcionamiento del modelo de negocio 3.



Fuente: Geotem SAS.

Ruta regulatoria condicionada para biochar, RENARE y participación en mercados de carbono

Para el caso colombiano, la eventual generación de créditos de carbono asociados al biochar debe entenderse como una **ruta condicionada, progresiva y no automática**. La producción de biochar, por sí sola, no habilita la emisión de certificados de resultados de mitigación ni garantiza ingresos por mercados de carbono. Las iniciativas que pretendan optar a pagos por resultados, compensaciones similares, transferencias internacionales o demostrar resultados frente a las metas nacionales de cambio climático deberán cumplir criterios de transparencia, confiabilidad, credibilidad, calidad, integridad ambiental y adicionalidad, además de articularse con el Sistema Nacional de Mecanismos de Mercado de Carbono y de Instrumentos de Precio al Carbono.

En este marco, el Modelo de Negocio 3 debe diferenciar tres niveles. El primero corresponde a la **producción y venta de biochar** como producto agrícola, ambiental, restaurativo o de manejo de suelos. El segundo corresponde a la **medición técnica del beneficio climático potencial**, mediante trazabilidad de biomasa, control del proceso de pirólisis, balance de masa, análisis del biochar, carbono estable y destino final documentado. El tercero corresponde a la **eventual certificación y comercialización de resultados de mitigación**, que solo podría activarse si el proyecto cumple una metodología aplicable, demuestra adicionalidad, cuenta con MRV robusto, validación y verificación independiente, registro y actualización en RENARE, y evita doble contabilidad.

La normatividad refuerza que las iniciativas de mitigación pueden corresponder a reducciones o remociones de GEI, y clasifica las iniciativas por sectores como energía, procesos industriales y uso de productos, agricultura, uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, y residuos. En consecuencia, para el caso del biochar producido a partir de residuos madereros, la fase de prefactibilidad deberá definir con precisión el sector aplicable, la metodología compatible, los límites de cuantificación, el escenario de línea base, los reservorios o sumideros considerados, el uso final del biochar y la forma como se demostrará la remoción neta o el resultado de mitigación.

Asimismo, la regulación establece criterios mínimos para que una iniciativa pueda participar en mercados de carbono: demostrar adicionalidad, evitar doble contabilidad, garantizar transparencia y consistencia de la información, gestionar riesgos socioambientales, cumplir salvaguardas sociales y ambientales, contribuir al desarrollo sostenible, generar resultados reales, medibles y sostenibles, minimizar riesgos de reversión, mitigar fugas y cumplir la normativa ambiental aplicable. Estos criterios son directamente relevantes para el Modelo de Negocio 3, especialmente porque el biochar requiere demostrar origen trazable de la biomasa, calidad del producto, permanencia del carbono, uso final documentado y ausencia de impactos ambientales o sociales no gestionados.

También se precisa que las iniciativas que pretendan participar en mercados de carbono deben surtir un ciclo compuesto por **factibilidad, formulación, validación, implementación, verificación y cierre**. Además, el titular debe inscribir la iniciativa en RENARE desde la fase de factibilidad y realizar los reportes correspondientes a cada fase. Para efectos de emisión de certificados, pagos por resultados o compensaciones similares,

la iniciativa debe encontrarse en fase de implementación en RENARE, previa evaluación técnica del IDEAM y acto administrativo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Bajo este marco, la ruta mínima aplicable al Modelo de Negocio 3 sería la siguiente:

Tabla 25. Ruta mínima regulatoria y técnica para la eventual generación de certificados de resultados de mitigación asociados al biochar en el Modelo de Negocio 3.

Fase	Alcance ajustado para biochar	Evidencia mínima requerida
1. Prefactibilidad y elegibilidad	Evaluar si los residuos madereros, la tecnología de pirólisis, el uso final del biochar y el contexto territorial son compatibles con una iniciativa de mitigación y con una metodología de cuantificación aceptable.	Caracterización de biomasa, origen legal y trazable, volumen disponible, uso actual de residuos, análisis preliminar de adicionalidad, sector aplicable y revisión de metodologías o estándares.
2. Definición de titularidad, gobernanza y beneficios	Precisar quién será titular de la iniciativa, quiénes actuarán como aliados técnicos, quiénes aportarán biomasa, quién operará el sistema, quién administrará el MRV y cómo se distribuirán beneficios.	Acuerdos de gobernanza, reglas de participación, distribución de ingresos, responsabilidades, reinversión, trazabilidad y prevención de doble contabilidad.
3. Formulación del Documento de Diseño del Proyecto	Elaborar el documento técnico de la iniciativa, incluyendo actividades de mitigación, línea base, adicionalidad, metodología, costeo, riesgos, salvaguardas, indicadores, plan de monitoreo y procedimientos de calidad de datos.	Documento de Diseño del Proyecto, línea base, metodología, análisis de fugas, reversión e incertidumbre, plan MRV, evaluación de riesgos e impactos sociales y ambientales.
4. Registro y actualización en RENARE	Inscribir la iniciativa desde factibilidad y gestionar los cambios de fase correspondientes hasta implementación, cuando se pretenda emitir certificados u optar a pagos por resultados o compensaciones similares.	Registro en RENARE, soportes de cambio de fase, información pública, reportes periódicos y consistencia entre actividades registradas y actividades ejecutadas en territorio.
5. Monitoreo técnico y MRV	Medir y reportar origen de biomasa, humedad, peso, contaminantes, parámetros de pirólisis, rendimiento biomasa–biochar, carbono estable, emisiones del proceso, destino final y permanencia.	Fichas de biomasa, registros de lote, balance de masa, reportes de operación, análisis de laboratorio, evidencias de uso final, indicadores MRV y control de calidad de datos.
6. Validación independiente	Someter la formulación de la iniciativa a evaluación de un organismo de validación acreditado, según los requisitos nacionales y el estándar aplicable.	Informe de validación, declaración de ausencia de conflictos de interés, revisión de metodología, línea base, adicionalidad, salvaguardas y plan MRV.
7. Implementación y verificación	Ejecutar las actividades registradas y verificar los resultados de mitigación obtenidos durante el periodo correspondiente.	Informe de verificación independiente, resultados medidos, deducciones, fugas, incertidumbre, reversión, remoción neta y soportes de cumplimiento metodológico.
8. Certificación, comercialización o retiro	Emitir, registrar, vender, transferir o retirar certificados de resultados de mitigación, según el mercado aplicable y las reglas nacionales.	Certificados emitidos, registro en plataforma aplicable, trazabilidad de transacciones, cancelaciones o retiros, reportes a RENARE y

Fase	Alcance ajustado para biochar	Evidencia mínima requerida
		prevención de doble uso o doble reclamación.
9. Seguimiento, salvaguardas y cierre	Mantener monitoreo posterior, reportar salvaguardas, atender requerimientos de información, conservar evidencias y cerrar la iniciativa al finalizar el periodo crediticio.	Reportes de seguimiento, evaluación de riesgos, informes de salvaguardas, auditorías, documentación técnica y reporte de cierre en RENARE.

En consecuencia, el **mercado de carbono debe mantenerse como un escenario adicional, complementario y posterior** dentro del Modelo de Negocio 3. La prioridad inicial debe ser consolidar la red de empresas aportantes de residuos, asegurar biomasa legal, trazable y no contaminada, validar técnicamente el biochar, demostrar usos reales y construir un sistema MRV confiable. Solo después de esa base podrá evaluarse la estructuración formal de una iniciativa de mitigación, su registro y actualización en RENARE, la validación bajo un estándar o metodología compatible, la verificación independiente y la eventual emisión, comercialización, transferencia o retiro de certificados de resultados de mitigación.

También debe incorporarse una prevención adicional: de acuerdo con el decreto, una misma iniciativa no puede acceder a más de un mecanismo de pago por resultados o compensaciones similares respecto de los mismos resultados de mitigación. Por tanto, si el Modelo de Negocio 3 llegara a generar créditos o certificados, deberá definir desde el inicio las reglas de titularidad, uso, venta, retiro, distribución de beneficios y prevención de doble contabilidad, especialmente si participan empresas aportantes de residuos, operador del sistema portátil, aliados técnicos, compradores de biochar, compradores de carbono o programas institucionales.

Igualmente se refuerza que los mercados de carbono deben ser mecanismos complementarios a las estrategias de conservación, reducción de emisiones y transformación productiva, y no el eje central o exclusivo de la gestión climática. Por ello, para el Modelo de Negocio 3, la venta de biochar y la valorización de residuos deben mantenerse como el núcleo operativo y comercial inicial, mientras que la generación de certificados de carbono debe tratarse como una ruta posterior, condicionada a integridad ambiental, adicionalidad, salvaguardas, MRV, verificación, RENARE y cumplimiento normativo.

12.9 Capa económica modelo de negocio 3

Desde el análisis horizontal, la capa económica del Modelo de Negocio 3 presenta una lógica coherente entre la propuesta de valor, la creación y entrega de valor y la captura de valor económico, en la medida en que todos sus componentes responden a una misma oportunidad: valorizar los subproductos y residuos generados por empresas transformadoras de madera en Cundinamarca, mediante su conversión en biochar y, eventualmente, en remociones de carbono verificables. Esta lectura se ajusta al marco metodológico aplicado, que organiza la capa económica en componentes asociados al

segmento de clientes, propuesta de valor, relaciones con los clientes, canales, recursos, actividades, asociaciones, desarrollos tecnológicos, ingresos y costos.

En primer lugar, el modelo se orienta a varios segmentos de clientes y actores económicos. Por una parte, se encuentran las empresas transformadoras de madera, que generan aserrín, viruta, retales y otros residuos o subproductos derivados de sus procesos productivos. En este caso, dichas empresas no solo actúan como proveedoras de biomasa residual, sino también como integrantes de una red de economía circular que podría beneficiarse de la valorización de materiales que actualmente tienen bajo valor económico, implican costos de manejo o se destinan a usos de baja agregación de valor. Por otra parte, el modelo atiende al sector agrícola, viveros, proyectos agroforestales, iniciativas de restauración ecológica y actores vinculados con agricultura regenerativa, que podrían demandar biochar como enmienda para mejorar suelos, aumentar retención de agua, apoyar procesos de restauración o reducir parcialmente la dependencia de insumos convencionales. Adicionalmente, el modelo puede vincular a empresas con metas climáticas o compromisos de reducción de emisiones, interesadas en adquirir créditos de carbono asociados a remociones verificables.

En segundo lugar, la propuesta de valor se fundamenta en convertir residuos de madera trazables en un producto con valor agrícola, ambiental y climático. A diferencia de un esquema convencional de disposición o aprovechamiento de residuos, el modelo propone transformar biomasa residual en biochar mediante un sistema portátil de pirólisis, lo cual permite operar cerca de las empresas donde se generan los residuos, reducir costos logísticos asociados al transporte de biomasa de baja densidad y disminuir riesgos de acumulación, quema o manejo inadecuado de subproductos. Esta propuesta de valor integra tres elementos principales: la valorización económica de residuos, la producción descentralizada de biochar y la posibilidad de estructurar remociones de carbono verificables, siempre que se cuente con trazabilidad, sistema MRV, verificación independiente y cumplimiento de la metodología o estándar aplicable.

En tercer lugar, la creación y entrega de valor se concentra en la conformación de una red de empresas transformadoras y en la operación programada del sistema portátil de pirólisis. La red permite consolidar una oferta suficiente y recurrente de biomasa residual, mientras que el sistema móvil permite desplazarse entre empresas o puntos de acopio, procesar los residuos en sitio o cerca de su fuente de generación y transformar materiales dispersos en un producto de mayor valor. Esta lógica resulta especialmente relevante porque los residuos madereros, por su volumen, baja densidad y dispersión territorial, pueden ser costosos de transportar si se plantea una operación completamente centralizada. En consecuencia, la movilidad del sistema constituye un recurso económico clave, al reducir costos logísticos, facilitar pilotos, ampliar la cobertura de empresas participantes y adaptar la operación a la disponibilidad real de biomasa.

Asimismo, los canales del modelo son consistentes con esta lógica de red. En el canal industrial, la relación se establece directamente con las empresas transformadoras mediante acuerdos de participación, protocolos de segregación y acopio de residuos, programación de operación del sistema portátil y mecanismos de distribución de beneficios.

En el canal agrícola y ambiental, la entrega de valor se realiza mediante la venta de biochar a agricultores, viveros, proyectos de restauración, iniciativas de agricultura regenerativa o programas ambientales. En el canal climático, el modelo requiere articularse con metodologías, registros, verificadores y compradores de créditos de carbono, siempre que se demuestre que el carbono estabilizado en el biochar cumple criterios de trazabilidad, adicionalidad, permanencia, medición y verificación.

En relación con el escenario de comercialización del Modelo de Negocio 3 corresponde a un esquema de **red de economía circular, valorización de residuos madereros, producción de biochar y eventual acceso a mercados climáticos**, en el cual empresas transformadoras de madera ubicadas en Cundinamarca aportan aserrín, viruta, retales y otros subproductos trazables como biomasa residual; un operador técnico administra u opera el sistema portátil de pirólisis; y el biochar producido se orienta a usos agrícolas, viveros, proyectos agroforestales, restauración ecológica, agricultura regenerativa, manejo de suelos degradados o aplicaciones ambientales.

En este modelo, las empresas transformadoras que aportan residuos no se entienden únicamente como proveedoras de biomasa residual, sino como **integrantes de una red de economía circular** que puede beneficiarse de la valorización de materiales que actualmente tienen bajo valor económico, generan costos de manejo o se destinan a usos de baja agregación. En consecuencia, el modelo debe estructurarse bajo reglas claras de participación, trazabilidad, calidad de la biomasa, programación de operación, distribución de ingresos, reinversión y responsabilidades entre las empresas aportantes, el operador del sistema portátil, la administración del MRV, los compradores de biochar, los compradores de carbono cuando aplique y los aliados institucionales.

El primer escenario comercial corresponde al **canal industrial o de red empresarial**, mediante el cual las empresas transformadoras segregan, almacenan y entregan residuos trazables al sistema, bajo protocolos de acopio, calidad mínima, humedad, ausencia de contaminantes, registro de origen y vínculo con el lote o proceso que generó el residuo. Este canal no debe funcionar como una relación simple de compra de residuos, sino como un esquema colaborativo en el que las empresas aportantes participan en los beneficios del modelo. De acuerdo con lo planteado en el Producto 2, una parte de los ingresos puede destinarse al operador del sistema, otra a las empresas que aportan biomasa, otra al sistema MRV y de verificación, y otra a un fondo de reinversión o expansión del modelo.

El segundo escenario corresponde a la **prestación de servicios de valorización de residuos mediante el sistema portátil de pirólisis**, en el cual el equipo se desplaza entre empresas o puntos de acopio para procesar la biomasa cerca de la fuente de generación. Esta lógica permite reducir los costos logísticos asociados al transporte de biomasa de baja densidad, facilitar la participación de varias empresas de la red, disminuir riesgos de acumulación o disposición inadecuada de residuos y transformar materiales dispersos en un producto de mayor valor comercial.

El tercer escenario corresponde a la **venta de biochar** como producto agrícola, ambiental o de restauración. En este canal, el biochar puede comercializarse con agricultores, viveros, cooperativas rurales, empresas agroforestales, proyectos de restauración ecológica,

iniciativas de agricultura regenerativa, programas ambientales o usuarios directos que demanden biochar como enmienda para mejorar suelos, aumentar retención de agua, apoyar procesos de restauración o sustituir parcialmente insumos convencionales. Este canal constituye la fuente comercial más directa del modelo, porque no depende necesariamente de la emisión de créditos de carbono, aunque sí requiere calidad del biochar, trazabilidad de la biomasa, recomendaciones de uso y validación de aplicaciones.

El cuarto escenario corresponde al **canal climático o de mercado de carbono**, el cual debe entenderse como un escenario adicional, complementario y posterior. Este canal solo puede activarse si el modelo demuestra que el carbono estabilizado en el biochar cumple criterios de trazabilidad, adicionalidad, permanencia, medición, reporte y verificación. Para ello, no basta con producir biochar: se requiere estructurar formalmente un proyecto de carbono, seleccionar una metodología compatible con biochar y residuos de madera, demostrar el origen legal y trazable de la biomasa, justificar que el uso de los residuos no desplaza otros aprovechamientos de mayor valor, definir escenario base, calcular remociones netas, implementar MRV, someter la información a verificación independiente y registrar los créditos en una plataforma o registro reconocido. Solo después de este proceso podrían generarse créditos de carbono comercializables o, eventualmente, acuerdos de compra anticipada, preventa u otros mecanismos de financiamiento climático.

De manera complementaria, el modelo puede incorporar un **canal institucional**, asociado a alianzas con proyectos de restauración, cooperación internacional, programas climáticos, iniciativas de bioeconomía, economía circular o gestión ambiental. Este canal puede apoyar la financiación inicial, la validación técnica del biochar, la articulación con usuarios agrícolas o ambientales, la estructuración del MRV, la investigación aplicada y la consolidación de la red empresarial.

En términos de relaciones comerciales, el Modelo de Negocio 3 combina relaciones **B2B colaborativas** con empresas transformadoras aportantes de biomasa, relaciones técnicas con usuarios agrícolas o ambientales del biochar, relaciones contractuales especializadas con verificadores, registros y compradores de carbono, y relaciones institucionales con entidades públicas, universidades, laboratorios, cooperación o aliados técnicos. Por ello, la comercialización no debe depender de un único comprador ni de un único flujo de ingresos, sino de una arquitectura que combine venta de biochar, eventual comercialización de créditos de carbono y acuerdos de participación dentro de la red.

En consecuencia, el escenario de comercialización del Modelo de Negocio 3 no debe entenderse solo como la venta de un producto tecnológico, sino como una **red de valorización de residuos madereros**, donde las empresas transformadoras aportan biomasa residual trazable, el operador convierte esos residuos en biochar, los compradores agrícolas o ambientales validan su uso, y el mercado de carbono puede constituir un canal adicional condicionado a MRV, verificación, registro e integridad climática. Bajo esta lógica, la sostenibilidad del modelo dependerá de consolidar una red estable de empresas aportantes, asegurar calidad y trazabilidad de la biomasa, vender biochar en mercados reales, estructurar acuerdos transparentes de distribución de ingresos y avanzar hacia

mercados de carbono solo cuando existan condiciones técnicas, documentales y metodológicas suficientes.

De igual manera, los recursos y actividades clave muestran una complementariedad entre capacidades técnicas, empresariales, ambientales y comerciales. Las empresas transformadoras aportan la biomasa residual, los espacios de acopio temporal y la información necesaria para sustentar la trazabilidad del material. El operador del sistema portátil aporta la tecnología de pirólisis, el personal técnico, el mantenimiento, la logística de desplazamiento, los controles de operación y los procedimientos de seguridad y salud en el trabajo. Los especialistas en carbono y MRV aportan los protocolos de medición, reporte, verificación y cálculo de remociones netas. Finalmente, los aliados agrícolas, ambientales o comerciales aportan los mercados de destino para el biochar y la validación de sus aplicaciones. Esta articulación permite que el modelo no dependa únicamente de la venta de un producto, sino de la integración de una cadena de valor circular que conecta residuos madereros, tecnología, biochar, mercados agrícolas y mercados climáticos.

En cuarto lugar, la captura de valor económico depende de la capacidad del modelo para combinar varias fuentes de ingreso. La primera corresponde a la venta de biochar para usos agrícolas, ambientales o de restauración. La segunda corresponde a la eventual generación y comercialización de créditos de carbono derivados del carbono estable contenido en el biochar, siempre que el proyecto cumpla con los requisitos técnicos, metodológicos y de verificación exigidos por el mercado voluntario. La tercera puede derivarse de acuerdos de participación con las empresas transformadoras que aportan biomasa residual, mediante esquemas en los cuales una parte de los ingresos se destine al operador, otra a las empresas aportantes, otra al sistema MRV y de verificación, y otra a un fondo de reinversión o expansión del modelo. Esta estructura es fundamental para que la red sea atractiva y sostenible en el tiempo.

Como complemento al análisis de la capa económica, se estructuró una aproximación preliminar de viabilidad financiera para el Modelo de Negocio 3, basada en una red potencial de empresas transformadoras, la disponibilidad estimada de biomasa residual, la capacidad de procesamiento del sistema portátil, la producción de biochar, la estimación de CO_2 removido, los ingresos por venta de biochar y créditos de carbono, los costos operativos, la inversión inicial y los principales indicadores financieros. Bajo el **escenario optimista**, el modelo parte de una red potencial de **27 empresas transformadoras**, clasificadas como aliados estratégicos inmediatos y aliados potenciales, con una biomasa residual disponible estimada en **1.108 toneladas/año**. A partir de estos supuestos, se plantea el procesamiento aproximado de **850 toneladas de biomasa al año**, con una producción estimada de **212,5 toneladas de biochar/año** y una remoción aproximada de **531,3 toneladas de CO_2/año**.

Con estos supuestos, los ingresos anuales estimados ascienden a aproximadamente **USD 221.000**, provenientes de la venta de biochar y de créditos de carbono, frente a un **OPEX anual estimado de USD 160.000**. Esto genera un **EBITDA aproximado de USD 61.000**. La inversión inicial considerada corresponde a un **CAPEX neto estimado de USD 82.000**, bajo el supuesto de que una proporción significativa de la inversión pueda ser cubierta mediante recursos de cooperación internacional, incentivos, cofinanciación u otras fuentes

de financiamiento aplicables a proyectos de economía circular, gestión ambiental, innovación climática o remoción de carbono. Bajo esta condición, el modelo presenta un **periodo simple de recuperación cercano a 1,3 años**, lo que permite señalar una viabilidad preliminar favorable en el escenario analizado.

Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con cautela, dado que corresponden a una aproximación preliminar y dependen de variables que deberán ser verificadas en una fase posterior mediante cotizaciones, pruebas piloto, acuerdos comerciales, validación de mercados, confirmación de costos reales de operación, definición del esquema de financiación y verificación de la elegibilidad de incentivos o recursos de cooperación. Asimismo, los cálculos se presentan en **dólares estadounidenses —USD—**, debido a que buena parte de los valores de referencia identificados en la literatura y en el mercado para equipos, biochar, créditos de carbono y costos asociados se reportan en esta moneda.

El punto crítico de la capa económica es que la producción de biochar no sea entendida únicamente como una solución tecnológica, sino como un modelo de red. La sostenibilidad económica no depende solo de adquirir un sistema portátil de pirólisis, sino de asegurar una oferta constante de biomasa residual, operar el equipo durante suficientes días al año, mantener una calidad adecuada del biochar, contar con compradores dispuestos a pagar precios competitivos, acceder a mercados de carbono verificables, controlar costos logísticos y estructurar acuerdos transparentes de distribución de beneficios. Si alguno de estos elementos falla, el modelo puede perder viabilidad, aun cuando la tecnología funcione técnicamente.

Finalmente, la viabilidad económica del Modelo de Negocio 3 dependerá de seis condiciones principales: consolidar una red estable de empresas transformadoras aportantes de biomasa residual; validar la disponibilidad real, calidad, humedad y trazabilidad de los residuos; operar el sistema portátil a una escala suficiente para cubrir costos fijos y variables; asegurar mercados de venta para el biochar en agricultura, restauración o aplicaciones ambientales; estructurar un sistema MRV robusto que permita sustentar remociones de carbono verificables; y definir acuerdos claros de participación, distribución de ingresos, reinversión y responsabilidades entre empresas aportantes, operador tecnológico, compradores y aliados institucionales. Bajo esta lógica, la capa económica es horizontalmente coherente, porque todos sus componentes apuntan a transformar residuos madereros dispersos y de bajo valor en productos e ingresos asociados a economía circular, mejoramiento de suelos y remoción de carbono.

En la siguiente tabla se resume lo anterior.

Tabla 26. Ficha resumen integral de la capa económica – Modelo de Negocio 3

Enfoque general
Analiza cómo el modelo genera, entrega y captura valor económico a partir de la transformación de residuos de madera —aserrín, viruta y retales— en biochar, mediante un sistema portátil de pirólisis que opera cerca de las fuentes de generación de biomasa residual. El modelo combina economía circular, valorización de subproductos forestales, reducción de costos logísticos, producción descentralizada, generación de biochar y posible acceso a mercados voluntarios de carbono mediante un sistema digital de Monitoreo, Reporte y Verificación —MRV—.

Componentes que apuntan a la propuesta de valor	
Descripción del segmento de clientes	El modelo se orienta a varios segmentos. En primer lugar, a empresas transformadoras de madera ubicadas en Cundinamarca, que generan residuos como aserrín, viruta y retales, y que pueden participar como proveedoras de biomasa residual y socias del modelo. En segundo lugar, al sector agrícola, incluyendo agricultores, viveros, empresas agroforestales y productores que pueden utilizar biochar como enmienda para mejorar suelos. En tercer lugar, a empresas con metas de carbono interesadas en adquirir créditos de remoción de CO_2. Finalmente, se dirige a proyectos ambientales, de restauración ecológica, agricultura regenerativa y manejo de suelos degradados.
Propuesta de valor	La propuesta de valor consiste en transformar residuos de madera trazables en biochar, generando beneficios económicos, ambientales y climáticos. El modelo permite valorizar subproductos industriales de bajo valor, reducir costos de disposición, evitar el transporte de biomasa de baja densidad, producir biochar cerca de la fuente de residuos y habilitar la generación de créditos de carbono verificables. Además, integra una lógica de economía circular al conectar bosque, transformación, residuo, biochar y suelo.
Relaciones con el cliente	Las relaciones se estructuran bajo esquemas B2B colaborativos y de largo plazo. Con las empresas transformadoras, la relación se basa en alianzas estratégicas para el suministro de biomasa residual y la participación en beneficios. Con los usuarios agrícolas, se requiere una relación técnica que incluya asistencia, acompañamiento en el uso del biochar y pilotos de agricultura regenerativa. Con compradores de carbono, la relación debe formalizarse mediante contratos, estándares de verificación y mecanismos de trazabilidad que respalden la remoción de carbono.
Descripción de los canales	Los canales permiten entregar valor a distintos segmentos. El canal industrial opera mediante acuerdos directos con empresas transformadoras y programación de la operación del sistema portátil. El canal agrícola se orienta a la venta de biochar a través de distribuidores, viveros, cooperativas rurales o usuarios directos. El canal de carbono se relaciona con plataformas y estándares de mercados voluntarios. El canal institucional puede activarse mediante alianzas con proyectos de restauración, cooperación internacional, programas climáticos o iniciativas de economía circular.
Esquema logístico	El esquema logístico del Modelo de Negocio 3 se basa en una operación descentralizada y móvil. Las empresas transformadoras de Cundinamarca segregan, acopian y preparan residuos madereros trazables —aserrín, viruta, retales y otros subproductos—, mientras que el sistema portátil de pirólisis se desplaza hacia las empresas o puntos definidos para procesar la biomasa cerca de su fuente de generación. De esta manera, se reducen costos de transporte de residuos de baja densidad, se transforma la biomasa en biochar, se almacena o empaca el producto obtenido y se orienta su salida hacia usos agrícolas, restauración, manejo de suelos o aplicaciones ambientales. El esquema se complementa con registro digital y MRV para documentar origen, volumen procesado, biochar producido y potencial de carbono, cuando aplique.
Escenario de comercialización*	El Modelo de Negocio 3 se plantea como una **red de economía circular y valorización de residuos madereros**, en la cual empresas transformadoras de Cundinamarca aportan aserrín, viruta, retales y otros subproductos trazables; un operador técnico administra el sistema portátil de pirólisis; y el biochar producido se comercializa para usos agrícolas, viveros, restauración ecológica, agricultura regenerativa, manejo de suelos degradados o aplicaciones ambientales. Las empresas aportantes no actúan solo como proveedoras de biomasa residual, sino como integrantes de una red que puede participar en los beneficios del modelo, bajo reglas claras de trazabilidad, calidad de biomasa, operación, distribución de ingresos, reinversión y responsabilidades.

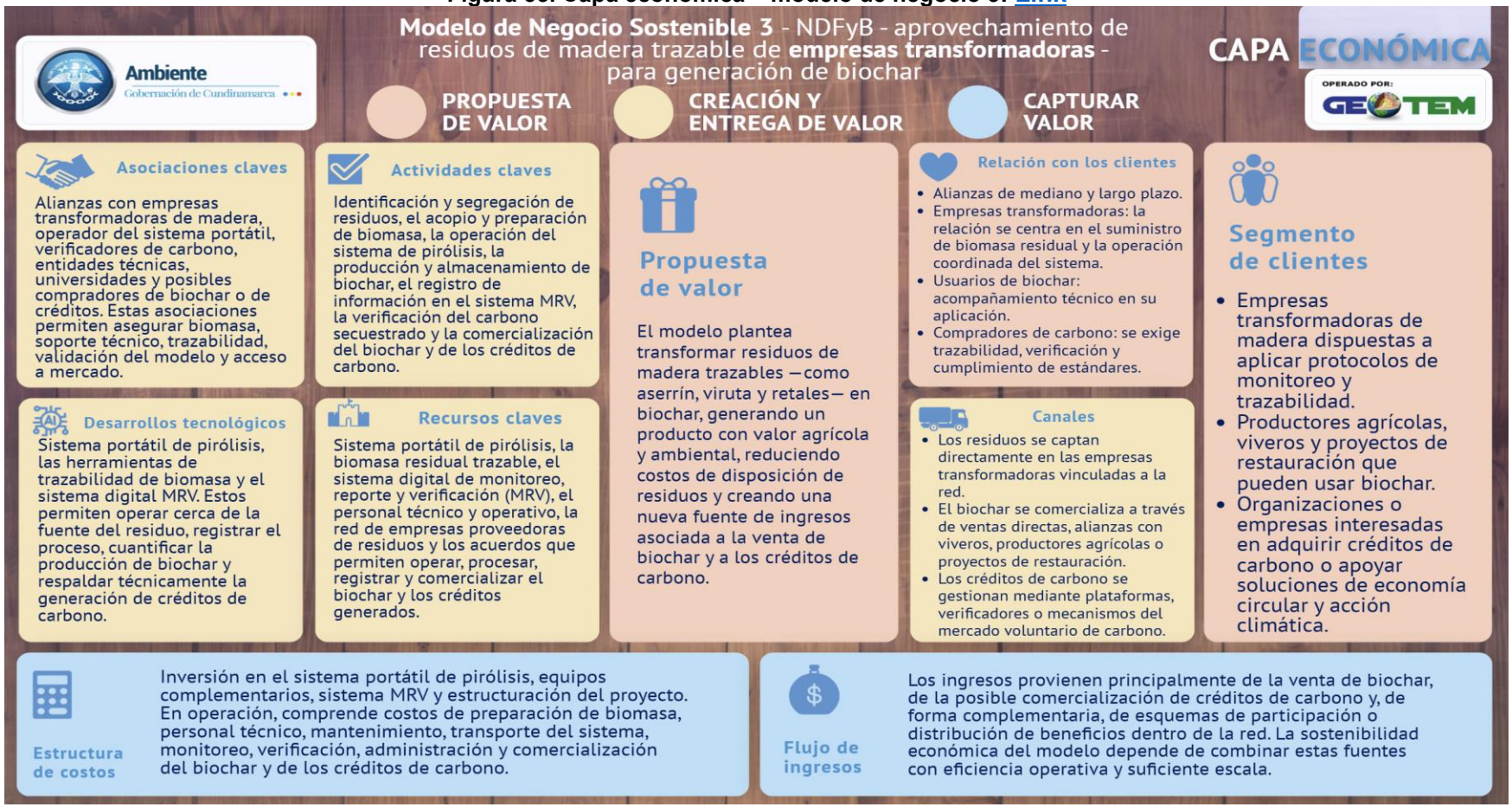
	El escenario combina varios canales: i) canal industrial o de red empresarial para la segregación y entrega de residuos trazables; ii) prestación de servicios de valorización mediante pirólisis móvil cerca de la fuente de generación; iii) venta directa de biochar como producto agrícola, ambiental o de restauración; iv) canal institucional para alianzas con programas de bioeconomía, economía circular, restauración o cooperación; y v) canal climático o de mercado de carbono, entendido como escenario adicional, complementario y posterior, condicionado a trazabilidad, calidad del biochar, MRV, verificación independiente, registro e integridad climática.
Componentes que apuntan a la creación y entrega de valor	
Recursos clave	Los recursos físicos incluyen el sistema portátil de pirólisis, equipos de preparación de biomasa, espacios de acopio en empresas transformadoras e infraestructura logística. Los recursos humanos comprenden operadores técnicos, especialistas en carbono y MRV, técnicos forestales y especialistas en agricultura regenerativa. Los recursos tecnológicos incluyen el sistema digital MRV, software de trazabilidad, sensores operativos y plataformas de registro de carbono. Los recursos organizacionales corresponden a la red de empresas transformadoras, los protocolos de manejo de residuos y los acuerdos de operación del sistema portátil.
Actividades clave	Las actividades clave comprenden la organización de la red de empresas transformadoras, la segregación y acopio de residuos, la programación de la operación del sistema portátil, la preparación de biomasa, la pirólisis controlada, el enfriamiento y almacenamiento del biochar, el registro de información en el sistema MRV, la cuantificación del carbono secuestrado, la certificación de carbono y la comercialización del biochar y de los créditos generados.
Asociaciones clave	Las asociaciones clave incluyen las empresas transformadoras de madera, que aportan biomasa residual y participan en el esquema de beneficios; el operador del sistema portátil, responsable de la operación técnica, mantenimiento y logística; verificadores de carbono, encargados de validar metodología, MRV y créditos; instituciones de investigación, que pueden apoyar calidad del biochar, aplicaciones agrícolas y mejora tecnológica; y entidades públicas, que pueden facilitar políticas climáticas, incentivos ambientales, economía circular y articulación institucional.
Desarrollos tecnológicos clave	El modelo depende de tres desarrollos principales. Primero, sistemas portátiles de pirólisis, que permiten producción descentralizada cerca de la fuente de residuos. Segundo, sistemas digitales MRV, que registran biomasa utilizada, parámetros operativos, producción de biochar y carbono secuestrado. Tercero, sistemas de trazabilidad de biomasa, mediante registros digitales, códigos QR y seguimiento del origen forestal o industrial del residuo.
Componentes que apuntan a la captura de valor	
Descripción del flujo de ingresos	El modelo combina tres fuentes principales de ingreso. La primera es la venta de biochar para agricultura, restauración ecológica, manejo de suelos o aplicaciones ambientales. La segunda corresponde a créditos de carbono derivados del secuestro estable de CO_2 en el biochar. La tercera corresponde a esquemas de participación dentro de la red, donde los ingresos se distribuyen entre el operador del sistema, las empresas transformadoras que aportan biomasa, la administración del MRV y un fondo de expansión del modelo.
Descripción de la estructura de costos	La estructura de costos incluye inversión inicial en el sistema portátil de pirólisis, equipos de preparación de biomasa, infraestructura logística, sistema MRV, estructuración del proyecto de carbono y costos legales o de gobernanza de la red. En la operación, los costos comprenden operación del reactor, mantenimiento, logística del sistema móvil, preparación de biomasa, personal técnico, gestión MRV, certificación de carbono, auditorías, administración del proyecto y coordinación entre empresas. También deben considerarse costos de monitoreo, verificación, trazabilidad y actualización tecnológica.

Aproximación a la viabilidad económica	El análisis preliminar actualizado del Modelo de Negocio 3 parte de una red potencial de 27 empresas transformadoras, con una biomasa residual disponible estimada en 1.108 toneladas/año. Bajo el escenario base preliminar, se plantea que el sistema portátil de pirólisis procese aproximadamente 850 toneladas de biomasa al año, lo que permitiría producir cerca de 212,5 toneladas de biochar/año y remover aproximadamente 531,3 toneladas de CO_2/año. Con estos supuestos, los ingresos anuales estimados ascienden a USD 221.000, provenientes de la venta de biochar y de créditos de carbono, frente a un OPEX anual de USD 160.000, generando un EBITDA aproximado de USD 61.000. La inversión inicial considerada en este escenario corresponde a un CAPEX base de USD 82.000, con un payback simple estimado de 1,3 años, lo cual permite clasificar el escenario como viable de manera preliminar. No obstante, esta viabilidad debe entenderse como una aproximación inicial sujeta a validación técnica, comercial y financiera por parte de los actores interesados. Los factores críticos siguen siendo la disponibilidad constante de biomasa residual, la capacidad real de captación de residuos por parte de la red, la operación efectiva del sistema durante suficientes días al año, el precio de venta del biochar, el precio de los créditos de carbono, la eficiencia del sistema portátil, los costos logísticos, la calidad del sistema MRV, la certificación o verificación de carbono y la posibilidad de estructurar acuerdos de distribución de ingresos que resulten atractivos para las empresas transformadoras, el operador del sistema y los financiadores. También será clave evaluar beneficios tributarios, incentivos ambientales o esquemas de cofinanciación cuando el sistema pueda justificarse como una inversión en control, conservación o mejoramiento ambiental.
La capa económica muestra una propuesta innovadora y coherente con la economía circular, al convertir residuos de madera en un producto con valor agrícola, ambiental y climático. La sostenibilidad económica del modelo no depende únicamente de producir biochar, sino de consolidar una red estable de empresas aportantes de biomasa, operar a una escala suficiente, garantizar trazabilidad y MRV verificable, acceder a mercados voluntarios de carbono, colocar el biochar en mercados con capacidad de pago y definir un esquema transparente de reinversión o distribución de beneficios dentro de la red.	
*En esta etapa no es posible precisar con el nivel de detalle solicitado aspectos como el mecanismo contractual definitivo, el actor que vende o factura, el canal específico de venta, la forma exacta de agregación de oferta y demanda, el soporte digital o el esquema de posventa. Estos elementos requieren una fase posterior de socialización, concertación, validación jurídica, definición de roles comerciales y suscripción de instrumentos entre los actores participantes, como fue planteado en la ruta de vinculación y articulación comercial. En este modelo, además, deberá precisarse posteriormente si el operador del sistema portátil, las empresas aportantes de biomasa, un vehículo asociativo, un aliado técnico o un tercero especializado asumirá la titularidad comercial del biochar, la gestión del MRV, la relación con compradores agrícolas o la eventual participación en mercados de carbono.	

Fuente: Geotem SAS a partir del anexo 14.

La siguiente figura permite la visualización de esta capa económica.

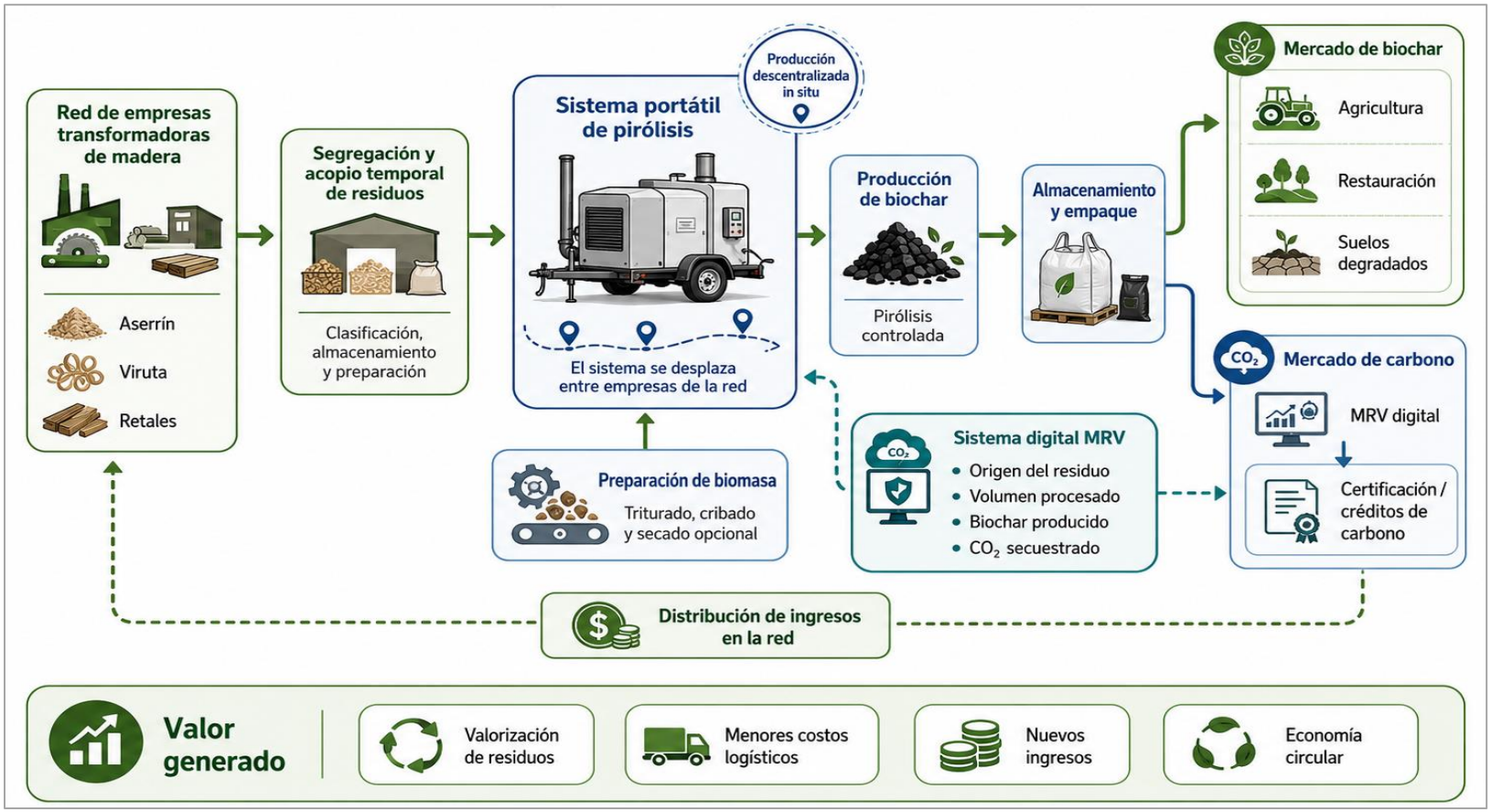
Figura 33. Capa económica – modelo de negocio 3. Link



Fuente: Geotem SAS.

12.9.1 Esquema Logístico – modelo de negocio 3

Figura 34. Esquema logístico – modelo de negocio 3.



Fuente: Geotem SAS.

12.9.2 Roles y responsabilidades por tipo de actor Modelo de Negocio 3

Tabla 27. Actores y roles frente al modelo de negocio 3.

Actor	Rol en el modelo	Responsabilidades económicas	Responsabilidades ambientales	Responsabilidades sociales	Responsabilidades técnicas
Empresas transformadoras de madera (miembros de la red)	Proveedores de biomasa residual y socios del modelo	• Aportar residuos de madera (aserrín, viruta, retales). • Participar en el esquema de distribución de ingresos. • Contribuir a la búsqueda de financiamiento del sistema portátil o del fondo de la red.	• Garantizar que la biomasa provenga de aprovechamiento legal o plantaciones forestales. • Cumplir protocolos de manejo de residuos.	• Difundir prácticas de economía circular dentro de sus operaciones. • Participar en iniciativas de sostenibilidad sectorial.	• Implementar protocolos de acopio y segregación de residuos. • Registrar datos de biomasa en el sistema MRV.
Red de empresas transformadoras de madera	Plataforma de coordinación sectorial	• Administrar el modelo económico. • Definir reglas de distribución de ingresos. • Gestionar financiamiento para expansión del sistema.	• Supervisar cumplimiento de criterios de sostenibilidad del modelo.	• Promover cooperación empresarial y fortalecimiento del sector forestal.	• Definir protocolos operativos del sistema portátil y estándares de acopio de biomasa.
Operador del sistema portátil de pirólisis	Operador técnico del proceso de producción de biochar	• Operar el sistema con eficiencia económica. • Administrar costos operativos y logística.	• Garantizar que el proceso cumpla con estándares ambientales. • Minimizar emisiones y riesgos operativos.	• Capacitar personal local cuando sea posible.	• Operar el reactor de pirólisis. • Programar el desplazamiento del sistema entre empresas. • Registrar datos operativos para el MRV.
Compradores de biochar (sector agrícola, restauración, viveros)	Clientes del producto	• Comprar biochar como insumo agrícola o ambiental.	• Utilizar biochar para mejorar suelos y aumentar captura de carbono.	• Contribuir a sistemas agrícolas más resilientes.	• Aplicar biochar de acuerdo con recomendaciones técnicas.
Compradores de créditos de carbono (empresas Net-Zero)	Financiamiento climático del modelo	• Comprar créditos de carbono generados por el biochar. • Apoyar financieramente proyectos de remoción de carbono.	• Reducir huella de carbono corporativa mediante remoción verificable.	• Contribuir a iniciativas de mitigación del cambio climático.	• Cumplir requisitos de integridad ambiental y trazabilidad del carbono.

Actor	Rol en el modelo	Responsabilidades económicas	Responsabilidades ambientales	Responsabilidades sociales	Responsabilidades técnicas
Programas/estándares de carbono y verificadores independientes —por ejemplo, Verra o Puro.earth como estándares, y VVB/auditoras acreditadas como verificadores.	Verificación independiente del proyecto	• Validar el proyecto para permitir generación de créditos de carbono.	• Verificar que las remociones de carbono sean reales y permanentes.	• Garantizar transparencia y credibilidad del modelo.	• Auditar el sistema MRV. • Verificar datos de biomasa procesada y biochar producido.
Entidades de investigación y universidades	Soporte científico y tecnológico	• Apoyar desarrollo de proyectos de innovación y financiamiento científico.	• Investigar impactos ambientales del biochar.	• Transferir conocimiento a comunidades y empresas.	• Evaluar calidad del biochar. • Desarrollar metodologías de uso agrícola.
Entidades públicas y autoridades ambientales	Regulación y apoyo institucional	• Diseñar incentivos para economía circular y mitigación climática.	• Supervisar cumplimiento de normativa ambiental y forestal.	• Promover desarrollo sostenible regional.	• Autorizar operación y garantizar cumplimiento normativo.
Plataformas de carbono y registros internacionales	Mercado y registro de créditos de carbono	• Facilitar la comercialización de créditos de carbono.	• Garantizar integridad ambiental de los créditos emitidos.	• Fortalecer transparencia del mercado de carbono.	• Administrar registros y sistemas de emisión de créditos.

Fuente: Geotem SAS.

12.10 Capa ambiental modelo de negocio 3

Desde el análisis horizontal, la capa ambiental del Modelo de Negocio 3 presenta una lógica coherente entre la propuesta de valor, la creación y entrega de valor y la captura de valor ambiental, en la medida en que todos sus componentes responden a una misma oportunidad: transformar residuos y subproductos madereros en un producto con valor ambiental, agrícola y climático. Esta lectura se ajusta al marco metodológico aplicado, que organiza la capa ambiental a partir de componentes como fase de uso, valor funcional, fin de vida, distribución, materiales, producción, aprovisionamiento, desarrollos tecnológicos, gestión ambiental, impactos y beneficios ambientales.

En primer lugar, la propuesta de valor ambiental se fundamenta en la valorización de aserrín, viruta, retales, costaneras y otras piezas fuera de especificación generadas por empresas transformadoras de madera. Estos materiales, que en muchos casos tienen bajo valor económico o se destinan a usos de baja agregación, pueden convertirse en biochar mediante un sistema portátil de pirólisis. De esta manera, el modelo no solo reduce la presión sobre la disposición de residuos, sino que crea una alternativa de economía circular que reincorpora la biomasa residual a nuevos usos productivos y ambientales.

En segundo lugar, la creación y entrega de valor ambiental se concentra en la operación de una red de empresas transformadoras y en el uso de un sistema móvil de pirólisis. La movilidad del sistema constituye una ventaja ambiental relevante, porque permite procesar la biomasa cerca de su punto de generación, evitando el transporte de grandes volúmenes de residuos de baja densidad hacia una planta centralizada. Esto puede disminuir costos logísticos, emisiones asociadas al transporte, riesgos de acumulación de residuos y prácticas inadecuadas como la quema abierta o la disposición informal. No obstante, esta ventaja solo se materializa si la operación se organiza mediante rutas programadas, protocolos de segregación, control de humedad, trazabilidad por lote, condiciones adecuadas de seguridad y manejo ambiental en cada predio.

La fase de uso del modelo se relaciona con la aplicación del biochar en actividades agrícolas, viveros, restauración ecológica, manejo de suelos degradados o agricultura regenerativa. En esta etapa, el biochar puede aportar beneficios asociados a la mejora de la estructura del suelo, la retención de agua, la disponibilidad de nutrientes, el soporte para microorganismos y la reducción de pérdidas por lixiviación. Además, al contener carbono en forma estable, puede contribuir al almacenamiento de carbono durante periodos prolongados, siempre que el material cumpla criterios de calidad, trazabilidad y destino final verificable.

El valor funcional del Modelo de Negocio 3 no se limita a producir biochar. Su valor ambiental debe medirse por su capacidad para procesar biomasa residual trazable, reducir residuos madereros, evitar prácticas de disposición inadecuada, generar un producto útil para suelos y restauración, estabilizar carbono y documentar la remoción mediante un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación —MRV—. En este sentido, las unidades de referencia más relevantes son las toneladas de biomasa residual procesada, las toneladas de biochar producido y las toneladas de CO_2 removidas o almacenadas de manera estable.

El fin de vida también presenta una lógica ambiental diferenciada. En primer lugar, los residuos madereros dejan de ser materiales de descarte y se convierten en insumos para un nuevo proceso productivo. En segundo lugar, el biochar producido no se comporta como un residuo de rápida disposición, sino como un material que puede permanecer en el suelo durante largos periodos, siempre que sea aplicado bajo condiciones técnicas adecuadas. Por tanto, el fin de vida del modelo no corresponde a la eliminación del material, sino a su incorporación controlada en sistemas agrícolas o ambientales.

En cuanto a materiales y producción, el punto crítico es asegurar que la biomasa utilizada sea limpia, apta y trazable. El modelo debe excluir madera contaminada, pintada, tratada con preservantes no compatibles, mezclada con plásticos, metales, adhesivos peligrosos u otros materiales que puedan comprometer la calidad del biochar o generar emisiones no deseadas durante la pirólisis. La etapa productiva debe incluir segregación, acopio adecuado, preparación de biomasa, control de humedad, pirólisis controlada, manejo de gases, control de material particulado, enfriamiento seguro, almacenamiento diferenciado y análisis de calidad del biochar.

Desde el enfoque ambiental, la tecnología de pirólisis portátil es un componente habilitante, pero no suficiente por sí sola. El desempeño ambiental del modelo dependerá de la combinación entre equipo adecuado, operación controlada, mantenimiento preventivo, gestión de emisiones, manejo de polvo, control de condensados, seguridad en el enfriamiento, análisis del producto final y trazabilidad del destino del biochar. Asimismo, el sistema MRV es indispensable para documentar el origen de la biomasa, la cantidad procesada, las condiciones operativas, el biochar producido, las emisiones asociadas, el carbono estable y la aplicación final del producto[3].

En tercer lugar, la captura de valor ambiental se expresa en los beneficios que el modelo puede generar para la cadena forestal-maderera y para otros sectores. Entre estos beneficios se destacan la valorización de residuos, la reducción de prácticas inadecuadas de disposición o quema, la producción de un insumo útil para suelos y restauración, el almacenamiento estable de carbono, la reducción de impactos logísticos relativos, el fortalecimiento de la trazabilidad ambiental y la creación de capacidades empresariales para gestionar mejor los subproductos.

Sin embargo, el modelo también puede generar impactos ambientales si no se gestiona adecuadamente. Los principales riesgos se relacionan con la mezcla de biomasa contaminada, almacenamiento inadecuado de residuos, generación de polvo, consumo de energía, emisiones atmosféricas durante la pirólisis, manejo de gases y condensados, transporte del sistema móvil, almacenamiento del biochar y aplicación en suelos sin criterios técnicos. Por ello, la viabilidad ambiental del modelo depende de que la operación no se

[3] Se aclara que la necesidad de permiso de emisiones u otra autorización no puede definirse en esta etapa, porque depende de la tecnología, capacidad, ubicación, biomasa, combustible, tipo de emisión y condiciones reales de operación. La verificación deberá hacerse posteriormente ante la autoridad ambiental competente, una vez se defina el piloto.

trate como una actividad informal de transformación de residuos, sino como un proceso industrial controlado, con protocolos ambientales, trazabilidad, seguridad, monitoreo y verificación.

Finalmente, la capa ambiental del Modelo de Negocio 3 es horizontalmente coherente porque todos sus componentes apuntan a transformar residuos madereros dispersos y de bajo valor en una solución de economía circular con potencial agrícola, ambiental y climático. Sin embargo, su aporte ambiental no debe asumirse automáticamente por el solo hecho de producir biochar. Dicho aporte dependerá de la calidad de la biomasa utilizada, la eficiencia y control del sistema portátil, la reducción efectiva de impactos logísticos, la calidad del biochar, su aplicación adecuada, el registro de emisiones netas y la robustez del sistema MRV. Bajo estas condiciones, el modelo puede consolidarse como una alternativa ambientalmente pertinente para valorizar subproductos de la cadena maderera y contribuir a la remoción de carbono.

La siguiente figura resume lo analizado frente a la capa ambiental para el modelo de negocio 3.

Figura 35. Capa ambiental – modelo de negocio 3. Link



Fuente: Geotem SAS.

12.11 Capa social modelo de negocio 3

Desde el análisis horizontal, la capa social del Modelo de Negocio 3 presenta una lógica coherente entre la propuesta de valor, la creación y entrega de valor y la captura de valor social, en la medida en que todos sus componentes responden a una misma finalidad: transformar residuos madereros en una oportunidad de economía circular que genere beneficios para empresas transformadoras, trabajadores, usuarios agrícolas, proyectos ambientales, compradores de carbono y territorios vinculados al modelo. Esta lectura se ajusta al marco metodológico aplicado, que organiza la capa social en componentes asociados a usuarios o consumidores finales, valor social, cultura social, escala de alcance, empleados y colaboradores, gobernanza, comunidades, desarrollos tecnológicos y gestión social, impactos o costos sociales y beneficios sociales.

En primer lugar, la propuesta de valor social se fundamenta en reconocer que los residuos de madera no solo representan un asunto ambiental o productivo, sino también una oportunidad para generar ingresos, capacidades, cooperación y formalización. Las empresas transformadoras que aportan aserrín, viruta, retales y otros subproductos pueden pasar de gestionar estos materiales como residuos de bajo valor a integrarlos en una red que los convierte en biochar y, eventualmente, en remociones de carbono verificables. Esto permite que la gestión de residuos se transforme en un incentivo social y empresarial, siempre que los beneficios sean distribuidos de manera clara y transparente.

En segundo lugar, la creación y entrega de valor social se concentra en la conformación de una red de empresas aportantes y en la operación segura del sistema portátil de pirólisis. La movilidad del sistema permite que distintas empresas participen sin necesidad de instalar plantas propias, lo cual puede facilitar la inclusión de pequeñas y medianas unidades productivas. Sin embargo, esta ventaja depende de que existan protocolos de participación, criterios mínimos de segregación, capacitación, programación de rutas, gestión de seguridad y acompañamiento técnico. El modelo no debe operar únicamente como un servicio tecnológico, sino como una red colaborativa con reglas claras, responsabilidades compartidas y mecanismos de confianza.

La participación de trabajadores y colaboradores es un componente crítico. La operación del sistema portátil implica riesgos laborales que deben gestionarse mediante un SG-SST específico, procedimientos operativos, capacitación, monitoreo de gases, control de incendios, manejo de polvo, elementos de protección personal y coordinación con las empresas anfitrionas. Por tanto, la capa social exige que la innovación climática no se separe de la protección de las personas que operan, cargan, descargan, transportan, registran y supervisan el sistema.

La gobernanza también resulta determinante para la viabilidad social del modelo. Al incorporar posibles ingresos por créditos de carbono, el modelo debe definir desde el inicio quién aporta la biomasa, quién opera el sistema, quién asume costos, quién registra información, quién es titular del biochar, quién puede reclamar el beneficio climático y cómo se distribuyen los ingresos. Sin estas reglas, podrían generarse conflictos por la propiedad de los residuos, la titularidad de créditos, la distribución de beneficios o el uso de datos

empresariales. Por ello, el modelo requiere acuerdos transparentes, trazabilidad social y mecanismos de resolución de controversias.

En tercer lugar, la captura de valor social se expresa en beneficios como ingresos complementarios, fortalecimiento de capacidades, empleo especializado, mejora en prácticas de gestión de residuos, articulación entre sectores, acceso a nuevos mercados y construcción de una cultura de economía circular. Estos beneficios pueden extenderse hacia usuarios agrícolas y ambientales si el biochar se aplica adecuadamente en suelos, viveros, restauración o agricultura regenerativa. De esta manera, el modelo puede conectar la cadena maderera con otros sectores productivos y ambientales, ampliando su alcance social.

No obstante, la capa social también evidencia riesgos que deben ser gestionados. Entre ellos se encuentran la posible exclusión de empresas pequeñas, la carga administrativa asociada al MRV, la distribución inequitativa de beneficios, la exposición laboral a riesgos industriales, la baja aceptación del biochar por usuarios finales, conflictos por créditos de carbono y riesgos reputacionales si se comunican beneficios climáticos sin suficiente respaldo técnico. Estos riesgos no invalidan el modelo, pero sí muestran que la sostenibilidad social depende de su diseño institucional, operativo y comunicativo.

Finalmente, la capa social del Modelo de Negocio 3 es horizontalmente coherente porque sus componentes apuntan a una misma lógica: convertir residuos madereros dispersos en una red de valorización que genere beneficios sociales, empresariales y territoriales. Sin embargo, esta coherencia solo se materializará si el modelo garantiza participación informada, seguridad laboral, distribución transparente de ingresos, capacitación, trazabilidad, mecanismos de gobernanza y comunicación responsable. Bajo estas condiciones, el Modelo de Negocio 3 puede consolidarse como una alternativa socialmente pertinente para fortalecer la economía circular en el sector maderero, crear capacidades en tecnologías climáticas y distribuir valor entre los actores que hacen posible la producción de biochar.

La siguiente figura resume lo analizado frente a la capa social para el modelo de negocio 3.

Figura 36. Capa social – modelo de negocio 3. Link



Fuente: Geotem SAS.

12.12 Capa técnica modelo de negocio 3

Desde el análisis horizontal, la capa técnica del Modelo de Negocio 3 presenta una lógica coherente entre la propuesta de valor, la creación y entrega de valor y la captura de valor técnico, en la medida en que todos sus componentes responden a una misma necesidad: convertir residuos madereros en biochar mediante un sistema portátil de pirólisis, bajo condiciones de calidad, trazabilidad, seguridad, control operativo y verificabilidad. Esta lectura se ajusta al marco metodológico aplicado, que organiza la capa técnica en componentes asociados a paradigmas de uso, valor técnico, cultura frente al cambio, alcance técnico, competencias, experticia, transferencia de conocimiento, soporte técnico, pérdidas por desconocimiento y beneficios por conocimiento técnico.

En primer lugar, la propuesta de valor técnica se fundamenta en transformar residuos madereros dispersos, variables y de bajo valor en un producto técnicamente útil y verificable. Para ello, el modelo debe superar paradigmas tradicionales que consideran el aserrín, la viruta y los retales como materiales secundarios sin mayor potencial, y debe consolidar una nueva lectura técnica de estos residuos como biomasa apta para pirólisis. Sin embargo, esta valorización solo es posible si la biomasa se separa, caracteriza, prepara y procesa bajo criterios definidos.

En segundo lugar, la creación y entrega de valor técnico se concentra en la operación del sistema portátil de pirólisis y en la organización técnica de la red de empresas transformadoras. La movilidad del sistema representa una ventaja porque permite llevar la tecnología cerca de la fuente de generación de residuos, reducir el transporte de biomasa de baja densidad y facilitar la participación de empresas ubicadas en distintos municipios. No obstante, esta ventaja exige mayor rigor técnico: cada sitio debe ser evaluado, cada lote debe ser trazado, cada operación debe ser registrada y cada salida de biochar debe contar con información suficiente sobre calidad, origen y destino.

El alcance técnico del modelo abarca toda la cadena: identificación de residuos aptos, segregación, acopio, preparación de biomasa, operación del reactor, control de temperatura y gases, enfriamiento, almacenamiento, análisis de calidad, aplicación del biochar y registro MRV. Por tanto, el sistema técnico no se reduce a la máquina de pirólisis; incluye procedimientos, capacidades humanas, datos, protocolos, laboratorios, seguridad, mantenimiento y soporte especializado.

La capa técnica también muestra que el modelo requiere competencias diferenciadas. Las empresas aportantes deben saber separar y registrar biomasa; el operador debe dominar la tecnología de pirólisis y sus riesgos; los especialistas en carbono deben estructurar el MRV; los laboratorios deben validar la calidad del biochar; y los usuarios agrícolas o ambientales deben aplicar el producto de forma adecuada. Si alguna de estas competencias falta, se puede afectar la calidad del producto, la seguridad de la operación o la posibilidad de verificar beneficios climáticos.

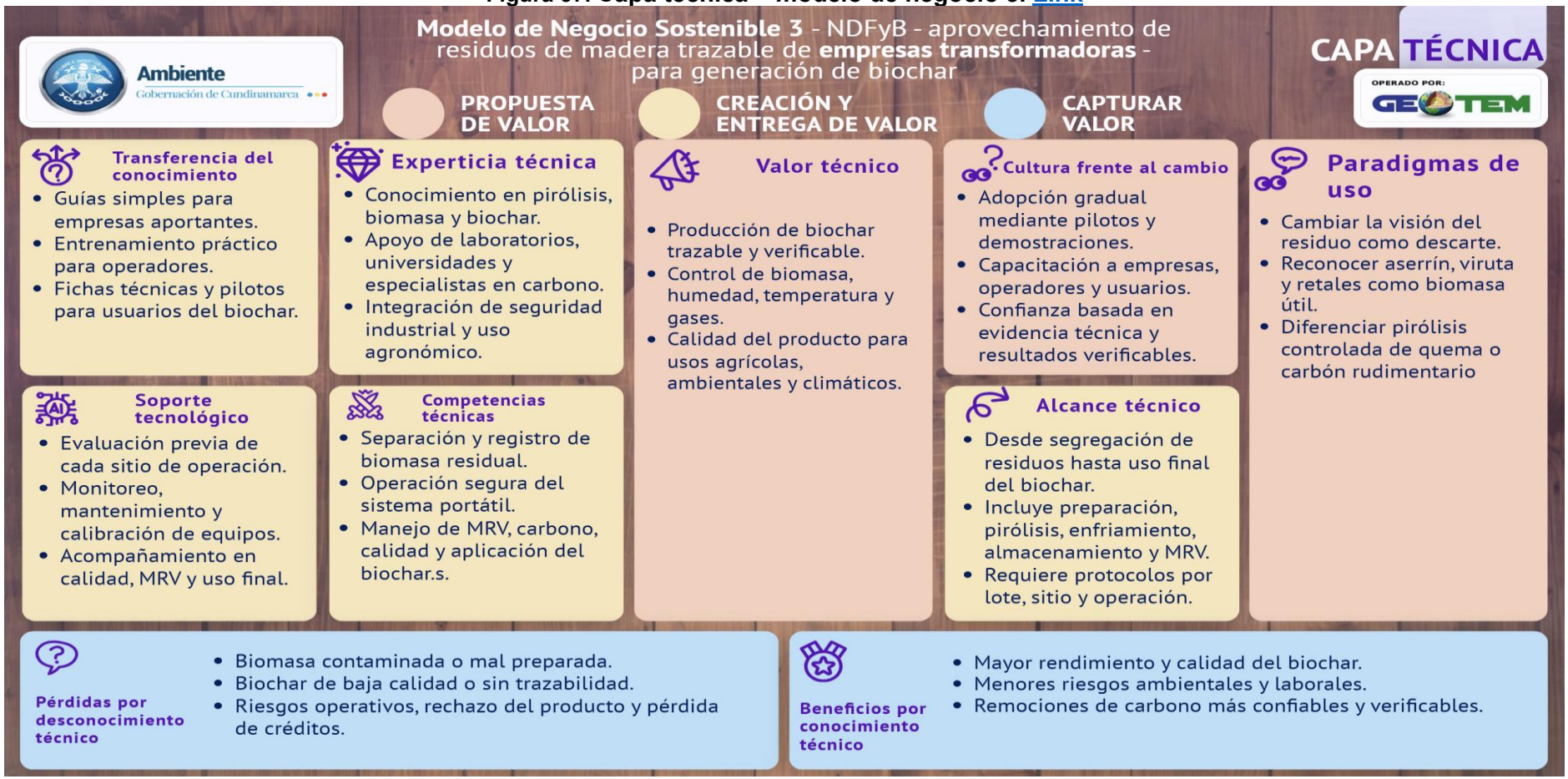
En tercer lugar, la captura de valor técnico se expresa en la reducción de pérdidas y en el aumento de beneficios derivados del conocimiento. Cuando el modelo se opera con información y control técnico, puede mejorar el rendimiento de biochar, reducir emisiones,

evitar accidentes, producir un material de mayor calidad, generar confianza en los usuarios y sustentar remociones de carbono verificables. Por el contrario, el desconocimiento técnico puede generar biomasa no apta, biochar de baja calidad, fallas operativas, riesgos laborales, pérdida de trazabilidad, rechazo del producto o imposibilidad de acceder a mercados voluntarios de carbono.

Finalmente, la capa técnica del Modelo de Negocio 3 es horizontalmente coherente porque todos sus componentes apuntan a convertir una tecnología innovadora en una operación replicable, segura y verificable. Sin embargo, esta coherencia dependerá de que el modelo no se implemente como una simple adquisición de equipo, sino como un sistema técnico integral que combine biomasa limpia, pirólisis controlada, protocolos de operación, MRV, análisis de calidad, soporte especializado, transferencia de conocimiento y mejora continua. Bajo estas condiciones, el modelo puede consolidarse como una alternativa técnica viable para valorizar residuos madereros y fortalecer una cadena de economía circular con potencial climático.

La siguiente figura resume lo analizado frente a la capa técnica para el modelo de negocio 3.

Figura 37. Capa técnica – modelo de negocio 3. Link



Fuente: Geotem SAS.

13 ESQUEMA DE GOBERNANZA PARA LOS MODELOS DE NEGOCIO

Con el fin de asegurar la coherencia entre la ruta de vinculación y articulación comercial desarrollada en el Subproducto 1.1 y los tres modelos de negocio propuestos, se elaboró un **esquema integral de gobernanza** que permite articular las particularidades operativas, comerciales, ambientales, sociales y técnicas de cada modelo, sin modificar la estructura institucional previamente definida. En este sentido, el esquema mantiene como base las tres instancias ya planteadas: el **Comité de Dirección de la Alianza**, el **Comité Operativo de Abastecimiento** y la **Unidad de Cumplimiento y Salvaguardas**, las cuales permiten diferenciar las funciones estratégicas, operativas y de verificación, conforme a los principios de legalidad, trazabilidad, transparencia, corresponsabilidad, debida diligencia y mejora continua.

El documento de gobernanza integral desarrolla la forma en que estas instancias aplican de manera diferenciada a los tres modelos de negocio. Para el **Modelo de Negocio 1**, se precisa la gobernanza aplicable a la relación directa entre los NDFyB y las empresas ancla transformadoras industriales. Para el **Modelo de Negocio 2**, se incorporan los complementos necesarios para regular la participación del nodo de acopio, acondicionamiento y distribución, así como su relación con los talleres de segunda transformación especializada. Finalmente, para el **Modelo de Negocio 3**, se plantea la gobernanza aplicable a la red de empresas transformadoras que aportan biomasa residual, el operador del sistema portátil de pirólisis, el sistema MRV y los verificadores asociados a la eventual generación de créditos de carbono.

De esta manera, el esquema propuesto no crea una estructura paralela ni duplica lo ya definido en el Reglamento de Gobernanza y Relacionamiento, sino que lo complementa mediante lineamientos específicos para la operación de cada modelo de negocio. Su propósito es facilitar la coordinación entre actores, prevenir conflictos de interés, ordenar la toma de decisiones, fortalecer la trazabilidad documental y asegurar que la implementación de los modelos avance bajo reglas comunes, pero con instrumentos operativos diferenciados según la naturaleza de cada esquema.

Por lo anterior, el detalle del esquema integral de gobernanza aplicable a los tres modelos de negocio se presenta en el documento anexo 15 esquema de gobernanza integral para los modelos de negocio 1, 2 y 3, el cual debe leerse como complemento del modelo de gobernanza y relacionamiento desarrollado en la ruta de vinculación y articulación comercial.

14 RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS

A partir del análisis horizontal de cada capa y del análisis vertical que integra las cuatro capas, conforme a la metodología aplicada para los modelos de negocio desarrollados, es posible identificar líneas estratégicas orientadas a fortalecer su implementación. Entre estas se destacan la validación de mercado, el posicionamiento de especies amazónicas y

orinoquenses, la trazabilidad visible, el fortalecimiento de capacidades, la gobernanza, la innovación, la economía circular y la generación de valor territorial. Los numerales siguientes presentan recomendaciones y acciones concretas para avanzar en la materialización de dichas líneas estratégicas. La siguiente figura consolida lo que se detallará en los siguientes numerales.

Figura 38. Enfoque de las recomendaciones estratégicas.



Fuente: Geotem SAS.

14.1 Diseñar estrategias diferenciadas de fortalecimiento organizacional para los Núcleos de Desarrollo Forestal

Dado que los Núcleos de Desarrollo Forestal de Orotuyo y Coagroitilla presentan niveles distintos de organización administrativa, operativa y técnica, es recomendable que las acciones de fortalecimiento institucional no se implementen de manera uniforme, sino que se ajusten a las capacidades específicas de cada núcleo.

Esto implica realizar procesos de fortalecimiento diferenciados que permitan cerrar brechas en áreas como la planificación del aprovechamiento, la gestión logística, la administración de inventarios, la gestión documental y la relación comercial con los transformadores. En el caso de núcleos con mayor nivel de consolidación organizativa, las acciones pueden orientarse hacia la optimización de procesos y la ampliación de capacidades comerciales; mientras que, en aquellos con estructuras menos desarrolladas, el énfasis debería centrarse en el fortalecimiento de la gestión administrativa, el manejo de información técnica y la estructuración de procesos operativos.

Este enfoque diferencial permitirá avanzar de manera más eficiente en la consolidación del sistema de abastecimiento forestal, evitando imponer exigencias operativas que no correspondan con las capacidades actuales de cada núcleo y facilitando una evolución gradual hacia estándares más robustos de gestión.

De manera complementaria, este fortalecimiento debe incorporar acciones específicas asociadas a los dos primeros modelos de negocio. Para el Modelo de Negocio 1, se recomienda fortalecer la capacidad de los NDFyB para atender relaciones de suministro programado con empresas ancla, mediante protocolos de volumen, clasificación, calidad, trazabilidad, preparación de lotes y documentación. Para el Modelo de Negocio 2, se recomienda preparar a los NDFyB para responder a una demanda más fragmentada, proveniente en alianza con los centros de acopio para surtir a talleres especializados, lo cual exige mayor precisión en la clasificación por especie, grupo de densidad, dimensión, calidad, humedad y uso potencial.

También se recomienda incluir o apoyar programas existentes de formación técnica en manejo forestal, cubicación, transformación primaria, preparación documental, trazabilidad, seguridad laboral y negociación comercial. Estas acciones son necesarias para consolidar a las comunidades forestales como actores centrales de la cadena de valor, fortalecer su capacidad de negociación y evitar que permanezcan únicamente en el primer eslabón de la cadena.

14.2 Realizar ferias técnicas con madera en dimensiones reales para demostrar el potencial productivo del bosque

Una de las principales barreras identificadas en la relación entre los NDFyB y las empresas transformadoras está asociada a la percepción de que el bosque natural no puede garantizar volúmenes suficientes de madera para abastecer procesos industriales o productivos de manera sostenida. Para contrarrestar esta percepción, se recomienda

promover ferias técnicas o encuentros sectoriales en los que los NDFyB presenten piezas de madera de gran formato, en lugar de pequeñas muestras comerciales.

La exhibición de trozas, bloques o piezas de dimensiones reales permite a los transformadores visualizar de manera concreta el potencial productivo del bosque natural y comprender la diversidad de especies disponibles para diferentes aplicaciones industriales o de carpintería. Este tipo de espacios facilita la interacción directa entre productores forestales y transformadores, permitiendo discutir aspectos técnicos como la densidad de las especies, su trabajabilidad, el comportamiento en secado o inmunización, así como las posibles aplicaciones en construcción, mobiliario o soluciones arquitectónicas.

Además, este tipo de ferias puede contribuir a fortalecer la confianza en la capacidad de abastecimiento de los núcleos, demostrando que el bosque natural manejado de manera sostenible puede generar volúmenes significativos de madera y que el temor a una eventual escasez de oferta no necesariamente corresponde a la realidad productiva de estos territorios.

En desarrollo de esta recomendación, se sugiere incorporar una **maderoteca viva y portátil** de especies amazónicas y orinoquenses, que complemente las ferias técnicas. Esta maderoteca puede incluir muestras de maderas pesadas, semipesadas y livianas, acompañadas de información sobre origen, color, textura, grupo de densidad, trabajabilidad, acabado recomendado, usos posibles y trazabilidad. Asimismo, se recomienda incorporar códigos QR que remitan a fichas técnicas, fotografías de productos elaborados, videos de transformación o información del NDFyB de origen.

Esta herramienta permitiría que empresas ancla, talleres, carpinteros, arquitectos, diseñadores y compradores puedan conocer, tocar, comparar y evaluar especies menos tradicionales antes de comprometer compras de mayor escala. De esta manera, las ferias técnicas dejarían de ser únicamente espacios de exhibición y se convertirían en escenarios de validación técnica, comercial y cultural de nuevas especies.

14.3 Incorporar herramientas de visualización digital y realidad virtual para fortalecer la comprensión del manejo forestal

Otra recomendación estratégica consiste en aprovechar tecnologías de visualización digital y realidad virtual para acercar a las empresas transformadoras a la realidad del manejo forestal sostenible en la Amazonía y la Orinoquía.

Este tipo de herramientas, que han sido utilizadas con éxito en sectores como el turismo para promocionar destinos y experiencias, pueden adaptarse para mostrar de manera inmersiva aspectos clave del manejo forestal, tales como la estructura de una unidad de corta, la diversidad de especies presentes en el bosque, los procesos de selección de árboles para aprovechamiento, las prácticas de extracción de bajo impacto y las acciones de compensación y restauración ambiental que realizan las organizaciones forestales.

La utilización de estas tecnologías permitiría que los transformadores visualicen no solo el potencial comercial del recurso forestal, sino también los procesos de manejo sostenible que garantizan la conservación del bosque en el largo plazo. De esta manera, se contribuye

a desmontar percepciones erróneas que asocian el aprovechamiento forestal con procesos de deforestación indiscriminada, mostrando que existen modelos productivos compatibles con la conservación de los ecosistemas amazónicos.

Estas experiencias inmersivas de realidad virtual también pueden permitir que arquitectos, constructores y consumidores puedan “entrar virtualmente” al bosque donde se origina la madera, y así transformar la percepción del manejo forestal, demostrando que el aprovechamiento sostenible no implica destruir el bosque, sino gestionarlo responsablemente.

Adicionalmente, estas herramientas pueden integrarse con el **pasaporte digital de la madera**, de manera que el usuario no solo consulte datos de trazabilidad, sino que también pueda visualizar el territorio de origen, las prácticas de manejo, la especie utilizada y la historia social asociada al producto. Esto permite convertir la trazabilidad en una experiencia de confianza, comunicación y educación ambiental.

14.4 Promover el desarrollo paralelo y complementario de los modelos de negocio 1 y 2

Aunque el análisis realizado sugiere que el Modelo de Negocio 1, basado en la relación directa entre los NDFyB y empresas transformadoras industriales ancla, puede constituir el principal motor para consolidar el sistema de investigación técnica de especies, es importante reconocer que el Modelo de Negocio 2 también puede desempeñar un papel relevante al respecto en las fases iniciales de implementación.

En particular, el modelo orientado a talleres de segunda transformación especializada —como fabricantes de muebles, carpintería especializada o soluciones arquitectónicas en madera— puede permitir desarrollar pruebas técnicas y comerciales en escalas más pequeñas, facilitando la experimentación con nuevas especies y aplicaciones, como antesala a atender requerimientos de mayores volúmenes que pueden darse a nivel industrial.

Este enfoque gradual puede contribuir a generar aprendizajes tempranos sobre el comportamiento de las especies, los requerimientos técnicos de transformación y las dinámicas de mercado, al tiempo que permite iniciar procesos de comercialización que motiven tanto a los productores forestales como a los transformadores. En este sentido, ambos modelos deben entenderse como estrategias complementarias y no necesariamente secuenciales, en las que el desarrollo del Modelo de Negocio 2 puede servir como plataforma de validación técnica y comercial, así sea en menor escala de la que se plantea con las empresas ancla, mientras se consolidan las condiciones de acuerdos y logísticas para el escalamiento del Modelo de Negocio 1.

Para fortalecer esta complementariedad, se recomienda implementar **micro-lotes piloto** en talleres especializados, con volúmenes manejables por especie o grupo de densidad. Estos micro-lotes deben probarse en productos concretos, como muebles, puertas, molduras, revestimientos, mesones, piezas decorativas o carpintería arquitectónica. Los resultados deben registrarse en fichas de desempeño que incluyan trabajabilidad, corte,

cepillado, lijado, ensamble, acabado, estabilidad dimensional, aceptación del cliente final y recomendaciones de uso.

Los aprendizajes obtenidos en estos talleres deben retroalimentar al nodo de agregación de valor (centros de acopio, acondicionamiento y distribución), a los NDFyB y a las empresas ancla del Modelo de Negocio 1, de manera que las pruebas en pequeña escala sirvan para reducir riesgos antes de escalar hacia usos industriales de mayor volumen.

14.5 Construir un sistema permanente de inteligencia de mercado para especies amazónicas y orinoquenses

Una de las limitaciones estructurales en el aprovechamiento de bosques naturales es que el mercado suele concentrarse en un número reducido de especies tradicionales, mientras que muchas otras especies con potencial técnico permanecen subutilizadas. Por esta razón, se recomienda establecer un sistema permanente de inteligencia de mercado, que permita identificar oportunidades comerciales para especies alternativas provenientes de los Núcleos de Desarrollo Forestal y Biodiversidad.

Este sistema podría integrar información sobre tendencias de consumo, sustitución de materiales, demanda en sectores como construcción, mobiliario, arquitectura, turismo, acabados, carpintería especializada y soluciones a la medida, así como experiencias nacionales e internacionales de uso de especies tropicales. La articulación con universidades, centros de investigación y gremios sectoriales permitiría traducir esta información en guías técnicas y comerciales para transformadores, facilitando la diversificación del portafolio de especies utilizadas y reduciendo la presión sobre unas pocas especies de alto valor comercial.

Se recomienda que este sistema genere productos prácticos para el mercado, tales como catálogos por especie o grupo de densidad, matrices de usos recomendados, fichas de trabajabilidad, guías de sustitución de especies, reportes de tendencias de diseño y tableros de demanda. Para el Modelo de Negocio 2, esta inteligencia debe alimentar la gestión de inventarios del nodo y la agenda de pedidos de talleres; para el Modelo de Negocio 1, debe orientar la validación de aplicaciones industriales y proyectos demostrativos con empresas ancla.

14.6 Crear un sistema integrado de información del abastecimiento forestal

Para mejorar la coordinación entre los diferentes actores del modelo —NDFyB, centros de acopio, empresas ancla, talleres de transformación y autoridades— se recomienda avanzar hacia la creación de un sistema integrado de información del abastecimiento forestal.

Este sistema podría registrar de manera estructurada información clave sobre inventarios disponibles en los NDFyB, volúmenes en tránsito, inventarios en centros de acopio, demanda proyectada por parte de los transformadores y cronogramas logísticos de despacho. El acceso compartido a esta información permitiría mejorar la planificación del abastecimiento, reducir incertidumbres en la disponibilidad de madera y facilitar la toma de

decisiones logísticas y comerciales. Además, contribuiría a fortalecer la transparencia de la cadena y la trazabilidad del recurso forestal.

Como ajuste complementario, se recomienda que este sistema incorpore información sobre pedidos de talleres, rotación de inventario en el nodo de agregación de valor (centros de acopio, acondicionamiento y distribución), especies con mayor demanda, reclamos de calidad, resultados de micro-lotes y disponibilidad de madera clasificada por especie, grupo de densidad, dimensión, calidad, humedad y presentación. Esto permitirá que el sistema no solo funcione como una base de datos de oferta, sino como una herramienta de coordinación entre oferta, demanda, logística y aprendizaje técnico.

En este marco, el **pasaporte digital de lote** debe entenderse como una herramienta complementaria del sistema integrado. Cada lote podría contar con un código QR que relacione información de origen, documentos de movilización, especie o grupo de especies, volumen, presentación, calidad, humedad, fecha de ingreso al nodo, destino y uso recomendado. Esta trazabilidad visible facilitará la confianza comercial y permitirá que talleres, arquitectos, compradores y consumidores finales identifiquen el origen legal y sostenible de la madera.

14.7 Desarrollar estrategias de posicionamiento de la madera amazónica como material sostenible

Más allá del abastecimiento físico de madera, el éxito del modelo dependerá también de la capacidad de posicionar la madera amazónica manejada de manera sostenible como un material competitivo y ambientalmente responsable.

En este sentido, se recomienda desarrollar una estrategia de comunicación sectorial que destaque atributos como origen legal y trazable del recurso, manejo forestal sostenible, capacidad de almacenamiento de carbono de la madera, menor huella ambiental frente a materiales como acero o concreto, y aporte al desarrollo económico de territorios forestales.

Este tipo de estrategias puede orientarse tanto hacia arquitectos, diseñadores, constructores y fabricantes de mobiliario, como hacia consumidores finales que valoran productos con atributos de sostenibilidad.

Asimismo, es importante incluir elementos innovadores, como el pasaporte digital de la madera, calculadoras comparativas de carbono para materiales de construcción, proyectos demostrativos con narrativas visibles para el público e historias del bosque contadas por sus propios protagonistas. Estas herramientas permiten que el valor técnico, ambiental y social de la madera no permanezca oculto en la cadena, sino que llegue de manera comprensible al comprador y al usuario final. Se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 28. Elementos innovadores para soportar el posicionamiento frente a aprovechar madera amazónica sostenible.

Pasaporte digital de la madera (trazabilidad visible para el usuario)

Un elemento altamente innovador sería incorporar un **"pasaporte digital de la madera"**, accesible mediante un **código QR** en los productos o materiales utilizados en proyectos constructivos o mobiliario.

Al escanear el código, el usuario podría visualizar información como:

- origen del bosque (NDFyB específico: Orotuyo o Coagroitilla)
- especie utilizada
- volumen aprovechado
- prácticas de manejo forestal aplicadas
- contribución al almacenamiento de carbono
- beneficios sociales generados en el territorio.

Esto permitiría transformar la trazabilidad técnica en **una historia visible para el consumidor**, generando confianza y diferenciación frente a materiales que no ofrecen transparencia en su origen.

Calculadora de carbono comparativa para materiales de construcción

Otra innovación interesante sería desarrollar una **herramienta digital que permita comparar la huella de carbono de distintos materiales**, destacando las ventajas ambientales de la madera frente a alternativas como acero, concreto o materiales sintéticos.

Por ejemplo, arquitectos o constructores podrían ingresar:

- tipo de proyecto
- volumen de material utilizado
- tipo de elemento constructivo

y obtener una estimación de:

- carbono almacenado en la madera
- emisiones evitadas frente a otros materiales
- impacto climático positivo del proyecto.

Este tipo de herramienta permitiría traducir los atributos ambientales en **beneficios cuantificables**, facilitando su incorporación en decisiones de diseño o construcción sostenible.

Proyectos demostrativos con narrativas visibles para el público

Las campañas también pueden incorporar **proyectos demostrativos que funcionen como vitrinas vivas del modelo forestal**, por ejemplo:

- mobiliario urbano en madera amazónica
- estructuras arquitectónicas emblemáticas
- espacios públicos construidos con especies amazónicas.
- Obras de arte

Lo innovador sería que estos proyectos incluyan **elementos narrativos visibles**, como señalización o plataformas digitales que expliquen:

● de qué especie proviene la madera ● de qué núcleo forestal proviene ● cuánto carbono almacena el material ● qué comunidad participó en el aprovechamiento. Esto convierte la infraestructura en **una herramienta educativa y de comunicación ambiental**.
Historias del bosque contadas por sus propios protagonistas Un elemento innovador y poderoso desde el punto de vista social consiste en construir campañas **donde los propios actores del territorio cuenten la historia del bosque**. Por ejemplo: ● líderes comunitarios ● técnicos forestales ● trabajadores de los NDF ● carpinteros que transforman la madera. Estas narrativas pueden presentarse mediante **microdocumentales, podcasts o contenido digital interactivo**, mostrando la conexión entre el bosque, la madera y los productos finales. Este enfoque humaniza la cadena productiva y permite que el consumidor entienda que detrás del material existe un sistema productivo que genera empleo, conocimiento y conservación del bosque.

Fuente: Geotem SAS.

En particular, se recomienda desarrollar una **línea de productos con relato de origen**, elaborada por empresas ancla o talleres especializados, que permita mostrar la conexión entre bosque, comunidad, especie, transformación y producto final. Esta línea puede incluir mobiliario, paneles decorativos, piezas arquitectónicas, molduras, puertas, repisas, mobiliario urbano, elementos turísticos u obras de arte. Cada producto debería estar acompañado de una etiqueta, tarjeta o código QR que explique de dónde proviene la madera, qué especie se utilizó, qué beneficios sociales y ambientales se generaron y cómo se garantiza la trazabilidad.

14.8 Promover proyectos demostrativos de alto impacto en el mercado

Otra recomendación estratégica consiste en impulsar proyectos demostrativos emblemáticos que utilicen madera proveniente de los Núcleos de Desarrollo Forestal y Biodiversidad. Estos proyectos pueden incluir edificaciones, mobiliario urbano, infraestructura turística o soluciones arquitectónicas innovadoras que permitan mostrar de manera tangible el potencial técnico y estético de las especies amazónicas. Inclusive se podría vincular a un grupo de artistas para materializar una obra de arte con especies amazónicas, por citar un ejemplo.

Los proyectos demostrativos cumplen un papel importante porque permiten validar técnicamente el desempeño del material, generar confianza en arquitectos y diseñadores, visibilizar nuevas especies en aplicaciones reales y ampliar el reconocimiento del mercado hacia el origen sostenible del recurso.

La participación de instituciones públicas, universidades y empresas privadas en este tipo de iniciativas puede acelerar el proceso de adopción del material en el mercado.

Como complemento, se recomienda que estos proyectos demostrativos funcionen como **vitrinas vivas del modelo**, incorporando señalización física y digital que explique la especie utilizada, el NDFyB de origen, el carbono almacenado, la comunidad vinculada, los procesos de manejo forestal sostenible y la trazabilidad del producto. De esta manera, los proyectos no solo validan usos técnicos, sino que también cumplen una función educativa, comercial y reputacional.

14.9 Convertir el nodo de agregación de valor en showroom y centro de experiencia de madera sostenible

En el marco del Modelo de Negocio 2, se recomienda que en algún centro de acopio, acondicionamiento y distribución o ambos, según la infraestructura física lo permita, no sea entendido únicamente como un punto de almacenamiento, sino como un espacio demostrativo y comercial que acerque la madera amazónica y orinoquense al mercado regional.

Para ello, se recomienda adecuar un área como **showroom técnico-comercial**, donde se exhiban especies, muestras, piezas, prototipos, productos terminados, aplicaciones de acabados y comparativos entre maderas pesadas, semipesadas y livianas. Este espacio puede recibir visitas de talleres, diseñadores, arquitectos, compradores institucionales, hoteles, restaurantes y clientes interesados en productos diferenciados.

El showroom también puede funcionar como espacio de demostración sobre selección de madera, control de humedad, clasificación, fraccionamiento, preparación de pedidos, acabados y trazabilidad. Con ello se fortalece el papel del nodo de agregación de valor como aliado operativo y comercial de los NDFyB, evitando que sea percibido como una simple intermediación.

14.10 Consolidar una agenda de compras colectivas y pedidos programados

Para atender la demanda fragmentada de talleres especializados, se recomienda implementar una **agenda mensual o bimestral de pedidos**, en la cual los talleres registren sus necesidades por especie, grupo de densidad, dimensión, calidad, volumen y fecha requerida.

El nodo de agregación de valor podría consolidar esta información para programar inventarios, organizar pedidos colectivos, reducir costos logísticos y coordinar despachos desde los NDFyB. Esta herramienta permitiría que talleres pequeños y medianos accedan a madera legal, trazable y sostenible sin tener que asumir individualmente los costos de compra directa desde Amazonía u Orinoquía.

La agenda de pedidos debe articularse con el sistema integrado de información del abastecimiento forestal y con los acuerdos de operación conjunta entre NDFyB y nodo. Además, puede incluir incentivos para talleres que participen de compras colectivas, como prioridad en disponibilidad, acceso a especies nuevas o reducción de costos logísticos.

14.11 Formalizar un pacto de valor compartido entre NDFyB, nodo y talleres

Se recomienda estructurar un **pacto de valor compartido** para el Modelo de Negocio 2, que defina reglas claras sobre el rol del nodo de agregación de valor, su relación con los NDFyB y la atención a talleres especializados.

Este pacto debe precisar que el nodo no actúa como un intermediario tradicional que compra y revende sin agregar valor, sino como un aliado operativo y comercial que organiza inventarios, clasifica madera, fracciona volúmenes, prepara pedidos, conserva trazabilidad, acerca la oferta al mercado y retroalimenta a los NDFyB sobre la demanda real.

El pacto debe incluir reglas sobre recepción de madera, criterios de aceptación o rechazo, clasificación, almacenamiento, costos logísticos, mermas, márgenes, condiciones de pago, distribución de beneficios, atención de reclamos y mecanismos de seguimiento. También se recomienda establecer una fórmula transparente de precio que reconozca los costos de aprovechamiento, transformación primaria, transporte, almacenamiento, fraccionamiento, trazabilidad y margen de sostenibilidad para las partes.

14.12 Crear una escuela bosque–empresa–taller para transferencia de conocimiento

Se recomienda implementar una **escuela bosque–empresa–taller** como mecanismo permanente de formación, intercambio de conocimiento y fortalecimiento de capacidades entre NDFyB, empresas ancla, nodo de agregación de valor, talleres, universidades, centros de investigación, gremios y entidades técnicas.

Esta escuela debe incluir jornadas en territorio sobre manejo forestal sostenible, identificación de especies, cubicación, clasificación, trazabilidad, preparación de lotes, transformación primaria y gestión documental. También debe incluir sesiones en empresas y talleres sobre trabajabilidad, secado, inmunización, control de humedad, defectos, acabados, uso de maderas pesadas, semipesadas y livianas, y criterios de compra.

La transferencia de conocimiento debe operar en doble vía. Los NDFyB aportan información sobre el bosque, las especies, la disponibilidad y las restricciones del manejo sostenible; las empresas y talleres retroalimentan sobre dimensiones demandadas, calidades esperadas, defectos recurrentes, aplicaciones viables, comportamiento en máquinas y aceptación comercial.

14.13 Desarrollar una caja de herramientas para talleres y empresas sostenibles

Se recomienda diseñar una **caja de herramientas técnica** para apoyar a empresas ancla, nodo de agregación de valor y talleres en el uso eficiente de madera legal, trazable y diversa.

Esta caja puede incluir formatos de recepción, control de humedad, revisión de defectos, clasificación visual, registro de desempeño, guías de uso por grupo de densidad, recomendaciones de acabado, protocolos de seguridad laboral, fichas de trazabilidad y formatos de retroalimentación técnica.

Para talleres especializados, la herramienta debe facilitar el trabajo con maderas pesadas, semipesadas y livianas, reduciendo errores de selección, desperdicios, devoluciones y pérdida de confianza. Para empresas ancla, puede complementar protocolos técnicos de suministro, pruebas industriales, control de calidad y seguimiento al desempeño de especies.

También se recomienda incluir orientaciones sobre insumos sostenibles, como barnices, adhesivos, selladores, empaques o materiales de mantenimiento con menor impacto ambiental, así como recomendaciones de seguridad y salud en el trabajo.

14.14 Implementar un laboratorio de merma cero y economía circular

Se recomienda crear un **laboratorio de merma cero y economía circular** para medir, reducir y valorizar las pérdidas generadas en aprovechamiento, transformación primaria, transporte, nodo, empresas ancla y talleres.

Este laboratorio debe registrar las mermas por eslabón, identificar sus causas y proponer soluciones específicas. Por ejemplo, los retales pueden aprovecharse en piezas pequeñas o productos secundarios; la viruta, aserrín o retal puede destinarse a camas para animales, compostaje o usos agrícolas; o articularse con el Modelo de Negocio 3 para producción de biochar.

Además de reducir desperdicios, esta recomendación permite generar indicadores de eficiencia productiva, mejorar el rendimiento por metro cúbico, disminuir costos ocultos y fortalecer el posicionamiento ambiental de la cadena. También contribuye a que las prácticas de economía circular no queden solo como un principio general, sino que se midan mediante indicadores concretos de reducción, valorización y aprovechamiento de subproductos.

14.15 Fortalecer la gobernanza y los mecanismos de coordinación de la cadena

Se recomienda aplicar el esquema de gobernanza desarrollado para la ruta de vinculación y articulación comercial, incluyendo el Comité de Dirección de la Alianza, el Comité Operativo de Abastecimiento y la Unidad de Cumplimiento y Salvaguardas.

Estas instancias deben permitir separar las funciones estratégicas, operativas y de verificación, evitando conflictos de interés y fortaleciendo la transparencia del proceso. Para los Modelos de Negocio 1 y 2, la gobernanza debe facilitar acuerdos claros sobre especies, volúmenes, calidad, precios, trazabilidad, cronogramas, logística, responsabilidades, gestión de riesgos, resolución de controversias y planes de mejora.

En el Modelo de Negocio 1, la gobernanza debe apoyar la relación directa entre NDFyB y empresas ancla, especialmente en acuerdos de suministro programado, protocolos de calidad, visitas técnicas cruzadas y seguimiento al desempeño del material. En el Modelo de Negocio 2, debe regular el rol del nodo de agregación de valor, la relación con talleres, la transparencia de precios, la distribución de beneficios, la trazabilidad de lotes fraccionados y los mecanismos de retroalimentación técnica.

14.16 Medir y comunicar impactos, beneficios y resultados del modelo

Finalmente, se recomienda diseñar un sistema de indicadores que permita medir los resultados económicos, ambientales, sociales y técnicos de los modelos de negocio.

Entre los indicadores sugeridos se encuentran: empleo rural generado, volumen de madera legal comercializada, especies validadas, reducción de desperdicios, disminución de rechazos, número de talleres abastecidos, pedidos recurrentes, ingresos para NDFyB, rotación de inventarios, cumplimiento documental, trazabilidad por lote, beneficios asociados al almacenamiento de carbono, número de productos demostrativos, número de fichas técnicas elaboradas y avances en la diversificación del portafolio de especies.

Estos indicadores deben servir tanto para la gestión interna como para la comunicación externa. La medición de resultados permitirá demostrar el valor del modelo ante compradores, financiadores, entidades públicas, cooperación internacional, gremios y consumidores finales. Asimismo, se recomienda que los resultados se comuniquen de manera sencilla, visual y verificable, evitando que la sostenibilidad quede solo como un atributo declarativo. El objetivo es que la cadena pueda demostrar, con evidencia, que la madera legal, trazable y sostenible genera valor económico, ambiental, social y técnico para los territorios forestales y para el mercado.

14.17 Visibilizar las ventajas de la madera en viviendas rurales no convencionales, cuando el ordenamiento territorial lo permita

Se recomienda desarrollar una estrategia demostrativa orientada a mostrar las ventajas del uso de madera legal, trazable y sostenible en **viviendas rurales no convencionales**, tales como cabañas, módulos habitacionales, ecoalojamientos, viviendas productivas rurales, unidades turísticas de baja escala, glamping estructurado, refugios, módulos desmontables o soluciones arquitectónicas livianas. Esta recomendación debe aplicarse únicamente en predios y territorios donde el **POT, PBOT, EOT o instrumento de ordenamiento aplicable** permita este tipo de uso, y siempre que se cumplan las licencias, permisos y requisitos técnicos correspondientes.

La madera puede convertirse en una alternativa atractiva frente a sistemas constructivos tradicionales en contextos rurales, especialmente cuando se busca reducir tiempos de montaje, disminuir intervenciones pesadas sobre el terreno, facilitar soluciones modulares o desmontables, mejorar la integración paisajística y promover materiales renovables con menor huella ambiental. Sin embargo, estas ventajas deben demostrarse de forma práctica, comparativa y visual, para que propietarios rurales, arquitectos, operadores turísticos, constructores, entidades públicas, comunidades y estudiantes de áreas afines puedan entender en qué casos la madera ofrece beneficios reales frente a materiales convencionales.

Para ello, se recomienda crear una línea de **prototipos demostrativos de vivienda rural no convencional en madera**, construidos con especies amazónicas y orinoquenses legalmente aprovechadas y técnicamente validadas. Estos prototipos podrían funcionar como vitrinas vivas del modelo, incorporando información visible sobre la especie utilizada,

el NDFyB de origen, la trazabilidad del material, el tiempo de montaje, el sistema constructivo, el carbono almacenado, las posibilidades de mantenimiento y la comparación frente a una solución tradicional.

De manera innovadora, se propone desarrollar un **Laboratorio de Vivienda Rural en Madera**, que combine tres herramientas: primero, un catálogo de tipologías no convencionales permitidas según la vocación del suelo; segundo, una calculadora comparativa que muestre diferencias estimadas en tiempo de construcción, peso, transporte, residuos, mantenimiento y carbono almacenado; y tercero, recorridos físicos o virtuales por prototipos reales, para que los usuarios puedan experimentar cómo se comporta la madera en espacios habitables.

Este laboratorio también podrá articularse con procesos de formación académica, de manera que los prototipos no solo funcionen como vitrinas demostrativas para el mercado, sino también como ejercicios aplicados para arquitectura, ingeniería civil, ingeniería industrial, diseño, construcción y áreas afines. En este sentido, el desarrollo de viviendas rurales no convencionales en madera puede convertirse en un insumo práctico para que universidades, centros de formación, laboratorios vivos o aliados técnicos incorporen en sus ejercicios académicos el **diseño, cálculo, construcción y evaluación de vivienda no convencional en madera**, conectando el aprendizaje con problemas reales de trazabilidad, sostenibilidad, desempeño técnico, logística y uso del suelo.

Entre las acciones sugeridas se encuentran:

- Identificar, con apoyo técnico y jurídico, los usos rurales en los que podrían ser viables soluciones no convencionales en madera, sin contradecir el ordenamiento territorial ni promover ocupaciones no permitidas.
- Diseñar un catálogo de soluciones tipo, como cabañas rurales, módulos turísticos, refugios desmontables, unidades productivas, kioscos, puntos de atención, mobiliario habitable o infraestructuras livianas complementarias.
- Desarrollar prototipos piloto con empresas ancla, talleres especializados, empresas de arquitectura, diseño estructural o relacionadas, universidades y NDFyB, priorizando especies pesadas, semipesadas y livianas según su uso estructural, interior, decorativo o de cerramiento.
- Vincular los prototipos con ejercicios académicos aplicados, en los cuales estudiantes y docentes elaboren anteproyectos o prototipos de vivienda rural no convencional en madera, con memoria técnica, trazabilidad de la madera utilizada, criterios de diseño, evaluación de sostenibilidad y análisis comparativo frente a materiales convencionales.
- Construir una matriz comparativa entre vivienda rural tradicional y soluciones no convencionales en madera, considerando tiempo de montaje, logística, peso del material, residuos generados, mantenimiento, adaptabilidad, carbono almacenado e integración paisajística.

- Incorporar códigos QR o pasaportes digitales en los prototipos, para mostrar al visitante el origen legal de la madera, la especie utilizada, el proceso de transformación y los beneficios ambientales y sociales asociados.
- Promover pilotos en proyectos turísticos, educativos, comunitarios o institucionales ubicados en suelos rurales donde el uso esté permitido y exista viabilidad técnica, normativa y ambiental.
- Generar contenidos audiovisuales, recorridos virtuales y experiencias inmersivas que permitan comparar una construcción tradicional con una solución en madera, mostrando ventajas, cuidados, límites y condiciones de mantenimiento.

Esta recomendación permitiría posicionar la madera amazónica y orinoquense no solo como insumo para la industria o la carpintería, sino como un material con potencial para **nuevas formas de habitar el suelo rural**, siempre bajo criterios de legalidad, ordenamiento territorial, sostenibilidad, seguridad constructiva y respeto por las condiciones del entorno. Asimismo, su articulación con procesos de formación permitiría que la vivienda rural no convencional en madera deje de ser únicamente un prototipo demostrativo y se convierta en un campo de aprendizaje aplicado para futuros profesionales.

14.18 Fortalecimiento de la formación en procesos constructivos con madera legal y sostenible para arquitectura, diseño, ingeniería civil, ingeniería industrial y profesiones afines

Se propone promover, con universidades, facultades, gremios, centros de formación, laboratorios y centros de investigación, la incorporación de contenidos, prácticas y proyectos aplicados sobre **uso de madera legal, trazable y sostenible** en los **pénsum**, **mallas curriculares**, asignaturas, líneas de profundización, electivas, talleres de proyecto, créditos académicos y resultados de aprendizaje de programas como arquitectura, ingeniería civil, ingeniería industrial, diseño industrial, construcción y áreas afines. Esta línea de acción responde a la necesidad de formar profesionales capaces de reconocer la madera como un material técnico, renovable, competitivo y aplicable en soluciones constructivas, productivas y ambientales.

El enfoque no debe limitarse a una clase teórica sobre materiales, sino estructurarse como una **ruta de aprendizaje aplicada**, en la cual los estudiantes conozcan la diversidad de especies amazónicas y orinoquenses, sus propiedades físicas y mecánicas, sus usos posibles, su contribución al almacenamiento de carbono biogénico, sus condiciones de legalidad y trazabilidad, y sus límites técnicos en términos de humedad, durabilidad, protección, mantenimiento, uniones, seguridad estructural y comportamiento frente al fuego.

En articulación con el numeral anterior, esta ruta formativa debe incorporar expresamente el **diseño, cálculo, construcción y evaluación de vivienda no convencional en madera**, de manera que los estudiantes desarrollen soluciones habitacionales rurales, módulos turísticos, ecoalojamientos, refugios, unidades productivas o infraestructuras livianas, bajo

criterios de ordenamiento territorial, seguridad constructiva, trazabilidad del material, sostenibilidad ambiental, desempeño técnico y pertinencia frente al contexto rural.

De manera complementaria, se propone estructurar una **Cátedra Bosque–Madera–Diseño–Carbono**, desarrollada entre universidades, NDFyB, empresas ancla, nodos de agregación de valor, talleres especializados, gremios, laboratorios y entidades públicas. Esta cátedra podría combinar módulos comunes y énfasis por carrera: en arquitectura, diseño de espacios y soluciones habitables en madera; en ingeniería civil, cálculo estructural, uniones, durabilidad, normatividad y desempeño técnico; en ingeniería industrial, eficiencia de procesos, cadena de suministro, economía circular, trazabilidad, costos, productividad y valorización de residuos; y en diseño industrial, desarrollo de productos, mobiliario, acabados, prototipos, ergonomía, materialidad y comunicación de atributos de sostenibilidad.

Para su implementación, se plantean las siguientes acciones:

- Incorporar módulos electivos con **créditos académicos** sobre madera legal, trazable y sostenible en asignaturas de materiales, construcción, estructuras, sostenibilidad, gestión de proyectos, procesos industriales, diseño de producto, economía circular, trazabilidad y evaluación ambiental. Según la autonomía académica de cada institución, estos contenidos podrían evolucionar hacia componentes obligatorios dentro de la **malla curricular**.
- Definir **resultados de aprendizaje** asociados a la capacidad de reconocer especies maderables, interpretar fichas técnicas, verificar trazabilidad, seleccionar madera según uso final, diseñar soluciones constructivas en madera, evaluar criterios de sostenibilidad, comparar materiales y proponer aplicaciones viables para vivienda rural no convencional, construcción liviana, mobiliario, carpintería, acabados o bioeconomía.
- Crear **laboratorios vivos de madera**, donde los estudiantes trabajen con muestras reales de especies pesadas, semipesadas y livianas, comparen su densidad, textura, color, trabajabilidad, comportamiento en corte, lijado, ensamble, acabado, estabilidad dimensional y posibilidades de uso.
- Desarrollar **estudios de diseño y retos semestrales** en los que equipos interdisciplinarios diseñen prototipos de vivienda rural no convencional, mobiliario, módulos turísticos, estructuras livianas, elementos arquitectónicos, mobiliario urbano o soluciones de economía circular con madera proveniente de fuentes legales y trazables.
- Incluir como actividad aplicada el desarrollo de un **anteproyecto o prototipo de vivienda no convencional en madera**, con memoria técnica, criterios de diseño, aproximación de cálculo o predimensionamiento, selección de especie o grupo funcional, trazabilidad de la madera, esquema constructivo, análisis de mantenimiento, evaluación de sostenibilidad, estimación de carbono almacenado y comparación frente a materiales convencionales.

- Promover ejercicios comparativos entre madera, concreto, acero, plásticos y tableros industriales, incorporando variables como peso, transporte, tiempo de montaje, residuos generados, mantenimiento, huella de carbono, carbono almacenado, posibilidad de reutilización y condiciones de fin de vida.
- Diseñar una **calculadora académica de carbono y materiales**, que permita estimar el carbono almacenado en productos de madera, comparar escenarios frente a materiales convencionales y analizar la incidencia de la trazabilidad, el transporte, el uso final y la durabilidad del material.
- Implementar visitas de campo a NDFyB, empresas transformadoras, nodos de agregación de valor, talleres, laboratorios y proyectos demostrativos, de manera que los estudiantes comprendan la cadena completa: bosque, aprovechamiento, trazabilidad, transformación, diseño, construcción, uso, mantenimiento y fin de vida.
- Crear concursos universitarios anuales de diseño y construcción en madera amazónica y orinoquense, con categorías para arquitectura, ingeniería civil, ingeniería industrial, diseño de producto, vivienda rural no convencional, mobiliario, soluciones arquitectónicas y economía circular.
- Desarrollar una **maderoteca universitaria física y digital**, articulada con la maderoteca viva propuesta para los modelos de negocio, que incluya fichas técnicas, códigos QR, trazabilidad, usos recomendados, fotografías de aplicaciones, resultados de pruebas estudiantiles y prototipos de vivienda no convencional en madera.
- Promover trabajos de grado, semilleros de investigación y prácticas profesionales sobre secado, inmunización, diseño estructural, transformación eficiente, reducción de mermas, biochar, economía circular, análisis de ciclo de vida, mercados de carbono, vivienda rural no convencional y nuevos productos en madera.
- Crear microcredenciales o certificados cortos en diseño y construcción con madera sostenible, dirigidos a estudiantes, docentes, egresados, maestros de obra, técnicos y profesionales en ejercicio.

Como referencia, existen iniciativas internacionales que han fortalecido la enseñanza sobre madera y construcción en universidades mediante talleres para docentes, recursos curriculares, formación continua, investigación aplicada, laboratorios de prototipado y colaboración entre academia e industria. Think Wood, por ejemplo, ofrece recursos y talleres para facultades de arquitectura, ingeniería y construcción, orientados a fortalecer la enseñanza y el contacto con la cadena de valor de la madera; WoodWorks dispone de cursos de educación continua sobre diseño y construcción en madera para arquitectos e ingenieros; y el TallWood Design Institute articula investigación aplicada, educación, ensayos, fabricación y apoyo técnico alrededor de sistemas constructivos en madera.

En Colombia, esta línea de acción podría materializarse mediante alianzas entre universidades, NDFyB, empresas transformadoras, nodos de agregación de valor, talleres de transformación, gremios, cámaras de comercio, SENA, laboratorios y entidades

públicas, con el fin de que la madera legal y trazable sea abordada como un **material técnico, renovable, competitivo, trazable y con valor climático**.

La participación del **SENA**, universidades específicas o laboratorios vivos puede plantearse como mecanismo de implementación, especialmente para facilitar formación práctica, validación técnica, prototipado y transferencia de conocimiento. No obstante, su vinculación no constituye una condición obligatoria para la implementación de esta línea de acción, salvo que exista una instrucción adicional de la Supervisión o que en una fase posterior se definan convenios, responsables institucionales, recursos, contenidos curriculares o acuerdos de cooperación específicos.

En síntesis, la formación de futuros arquitectos, diseñadores, ingenieros civiles, ingenieros industriales y profesionales afines es clave para ampliar la demanda, reducir prejuicios sobre especies menos conocidas y crear una nueva generación de profesionales capaces de diseñar, calcular, especificar, transformar, construir, evaluar y comunicar el valor de la madera sostenible. La inclusión de vivienda rural no convencional en madera dentro de los **pénsum**, **mallas curriculares**, créditos académicos y resultados de aprendizaje permitiría conectar la formación profesional con los modelos de negocio propuestos, los prototipos demostrativos y las oportunidades reales de uso de madera legal, trazable y sostenible en Cundinamarca.

14.19 Desarrollar una estrategia de comunicación para diferenciar el aprovechamiento forestal sostenible de la deforestación

Se recomienda acompañar la implementación de los modelos de negocio con una **estrategia de comunicación pedagógica, visual y emocionalmente inteligente**, orientada a neutralizar la idea arraigada de que aprovechar madera legal y sostenible proveniente de bosque natural en pie equivale a deforestar la Amazonía. Esta recomendación es clave porque, aunque el modelo se sustenta en manejo forestal sostenible, trazabilidad, legalidad y generación de ingresos para comunidades vinculadas a los NDFyB, una parte importante del mercado y de la opinión pública puede asociar cualquier uso de madera amazónica con imágenes negativas de tala indiscriminada, pérdida de biodiversidad, árboles cayendo y animales desplazados.

La estrategia no debe negar que el aprovechamiento forestal implica intervención sobre el bosque, pues hacerlo podría generar desconfianza. Por el contrario, debe explicar con claridad la diferencia entre **deforestación** y **manejo forestal sostenible**. La deforestación transforma el bosque en otro uso del suelo y elimina su cobertura; el manejo forestal sostenible, en cambio, parte de la permanencia del bosque, selecciona árboles bajo criterios técnicos, respeta planes de manejo, permite la regeneración, conserva la estructura forestal y genera incentivos económicos para que el bosque siga siendo bosque.

Se propone desarrollar una campaña bajo un concepto central como: **“Cuando conoces su origen, proteges el bosque”**. Esta narrativa debe mostrar que el problema no es la madera en sí misma, sino la madera ilegal, sin trazabilidad y proveniente de procesos de cambio de uso del suelo. En contraste, la madera legal, trazable y sostenible puede convertirse en una alternativa para generar valor económico sin reemplazar el bosque por

ganadería, cultivos ilícitos, minería u otros usos que sí generan pérdida permanente de cobertura.

Para neutralizar imágenes que se tienen arraigadas tipo “árboles cayendo y animales asustados”, la comunicación debe cambiar el foco visual. En lugar de usar imágenes aisladas del momento de corte, debe mostrar la **secuencia completa del manejo forestal sostenible**: inventario del bosque, identificación de especies, selección técnica, planificación de la unidad de corta, tala dirigida, aprovechamiento de bajo impacto, transporte legal, regeneración, monitoreo y permanencia del bosque. La imagen central no debe ser el árbol que cae, sino el **bosque que permanece**.

De manera innovadora, se recomienda crear una estrategia denominada **“Línea de tiempo del bosque”**, que muestre en piezas gráficas, videos cortos, recorridos virtuales y códigos QR cómo se ve el área antes de la intervención, cómo se realiza el aprovechamiento controlado y cómo continúa el bosque después del proceso. Esta secuencia permitiría reemplazar la idea de destrucción por una narrativa de manejo, control, responsabilidad y permanencia.

Entre las acciones sugeridas se encuentran:

- Diseñar una campaña de pedagogía pública que explique, con lenguaje sencillo, la diferencia entre deforestación, tala ilegal y manejo forestal sostenible.
- Crear infografías comparativas enfocadas en **escenarios de intervención forestal**, mostrando las diferencias entre tala rasa, cambio de uso del suelo y aprovechamiento selectivo autorizado.
- Producir microvideos con líderes comunitarios, técnicos forestales, ingenieros forestales, trabajadores de los NDFyB y transformadores, explicando cómo se decide qué árbol se aprovecha, qué árboles permanecen y cómo se garantiza la regeneración del bosque.
- Incorporar en el pasaporte digital de la madera una sección pedagógica denominada **“¿Por qué esta madera no es deforestación?”**, donde el comprador pueda consultar el origen, el plan de manejo, la trazabilidad, la especie, el volumen y los beneficios territoriales.
- Desarrollar recorridos virtuales o experiencias inmersivas que permitan entrar a una unidad de manejo forestal y observar el proceso completo, desde el inventario hasta el producto final.
- Crear una serie de contenidos llamada **“Bosques vivos en movimiento”**, mostrando áreas manejadas, cobertura forestal conservada, regeneración natural, monitoreo y continuidad de los servicios ecosistémicos.
- Construir un banco de imágenes positivas y verificables del modelo, evitando depender de fotografías de árboles cayendo. Este banco debe incluir comunidades forestales, técnicos midiendo árboles, mapas de manejo, productos terminados,

bosque en pie, señalización de trazabilidad, procesos de transformación y proyectos demostrativos.

- Elaborar un protocolo de comunicación visual para que las piezas del proyecto no refuercen imaginarios negativos. Si se muestra el corte de un árbol, debe hacerse dentro de una narrativa completa de manejo, no como imagen aislada.
- Crear mensajes dirigidos a públicos específicos: arquitectos y diseñadores, consumidores finales, empresas ancla, estudiantes, periodistas, entidades públicas, constructores y compradores institucionales.
- Promover vocerías comunitarias y técnicas, de manera que la historia no sea contada únicamente desde las empresas o las instituciones, sino también desde quienes habitan, manejan y conocen el bosque.

También se recomienda incorporar una herramienta de comunicación denominada **"Semáforo de la madera"**, que permita explicar de forma simple al consumidor la diferencia entre tres escenarios: madera ilegal o sin origen verificable, madera legal pero sin atributos adicionales de sostenibilidad, y madera legal, trazable y proveniente de manejo forestal sostenible. Esta herramienta ayudaría a que el mercado entienda que rechazar toda madera amazónica puede ser contraproducente, pues debilita los incentivos para que las comunidades mantengan el bosque en pie y participen en economías legales.

Finalmente, esta recomendación debe vincularse con los proyectos demostrativos, la maderoteca viva, los pasaportes digitales, las ferias técnicas, la escuela bosque–empresa–taller y las estrategias universitarias. La comunicación no debe ser un componente accesorio, sino una condición para abrir mercado, reducir prejuicios, generar confianza y posicionar la madera legal, trazable y sostenible como una alternativa compatible con la conservación productiva del bosque.

El mensaje central debe ser claro: **la deforestación elimina el bosque; el manejo forestal sostenible busca que el bosque siga existiendo, generando valor, empleo, conocimiento y conservación en el territorio**.

15 CONCLUSIONES

El diseño y análisis de los tres modelos de negocio permite concluir que la articulación comercial entre los NDFyB de la Amazonía y la Orinoquía y las empresas transformadoras de Cundinamarca debe entenderse como una estrategia progresiva, complementaria y escalable. No se trata de modelos aislados, sino de alternativas que responden a distintos niveles de demanda, capacidad operativa, madurez empresarial, logística, innovación y aprovechamiento de subproductos dentro de la cadena forestal.

El **Modelo de Negocio 1**, basado en la relación directa entre los NDFyB y empresas ancla transformadoras industriales, constituye el eje estructurante del sistema de abastecimiento. Su principal aporte consiste en crear condiciones para acuerdos de suministro programado, con mayor estabilidad en volúmenes, calidades, precios, trazabilidad y condiciones

comerciales. Este modelo tiene mayor potencial para generar economías de escala, reducir la intermediación tradicional y fortalecer la planificación del aprovechamiento forestal sostenible, siempre que se consoliden protocolos técnicos, logísticos, documentales y comerciales entre las partes.

Asimismo, el Modelo de Negocio 1 permite avanzar en la validación industrial de especies amazónicas y orinoquenses, especialmente aquellas con menor presencia en el mercado tradicional. La participación de empresas ancla facilita la realización de pruebas técnicas, la estandarización de procesos de transformación y la identificación de aplicaciones en construcción, infraestructura liviana, inmunización, carpintería estructural y otros usos productivos. Este proceso resulta clave para diversificar la demanda y reducir la presión sobre un número limitado de especies comerciales.

El **Modelo de Negocio 2** amplía el alcance del sistema al incorporar centros de acopio, acondicionamiento y distribución que conformarían un nodo de agregación de valor en Cundinamarca, así como talleres de segunda transformación especializada. Su valor no está en sustituir al Modelo 1, sino en complementar la estrategia mediante escalas más flexibles, compras fraccionadas, micro-lotes piloto, validación de nuevas especies, desarrollo de productos diferenciados y acercamiento de la madera legal, trazable y sostenible a carpinterías, fabricantes de muebles, diseñadores y soluciones arquitectónicas.

En este sentido, el nodo de agregación de valor cumple una función estratégica, siempre que opere como aliado operativo y comercial del NDFyB y no como un simple intermediario. Su papel debe centrarse en clasificar, almacenar, fraccionar, acondicionar, distribuir, generar información de mercado, retroalimentar a los NDFyB y facilitar la relación con talleres especializados. Esto permite reducir barreras logísticas para pequeños transformadores y crear espacios de aprendizaje técnico y comercial antes de escalar hacia operaciones de mayor volumen.

Los Modelos 1 y 2 deben implementarse de manera paralela y complementaria. Mientras el Modelo 1 puede consolidar el abastecimiento en términos de volumen, estabilidad y capacidad industrial, el Modelo 2 puede funcionar como plataforma de experimentación, innovación, posicionamiento de especies y validación comercial en menor escala. Los aprendizajes generados en talleres, micro-lotes, maderotecas, showrooms y proyectos demostrativos pueden alimentar posteriormente los procesos industriales y fortalecer la confianza del mercado.

Por su parte, el **Modelo de Negocio 3**, orientado a la producción de biochar a partir de residuos de madera, representa una oportunidad estratégica para incorporar la economía circular y la innovación climática en la cadena forestal-maderera. La valorización de aserrín, viruta y retales permite transformar subproductos de bajo valor en un producto con múltiples aplicaciones agrícolas y ambientales, al tiempo que contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la estabilización de carbono en el biochar.

Uno de los elementos centrales del modelo es la utilización de sistemas portátiles de pirólisis, los cuales permiten realizar la conversión térmica de la biomasa cerca de la fuente

de generación de los residuos, reduciendo significativamente los costos logísticos asociados al transporte de biomasa de baja densidad y facilitando la integración de múltiples empresas dentro de una red sectorial. Este enfoque operativo flexible permite que un sistema portátil se desplace entre diferentes empresas de la red según una programación previamente definida, optimizando el aprovechamiento de los subproductos madereros generados en los procesos de transformación.

A su vez, la conformación de una red de empresas transformadoras constituye un componente clave, en la medida en que permite consolidar volúmenes suficientes de biomasa residual, distribuir costos de inversión y operación, implementar protocolos comunes de acopio, segregación y trazabilidad, y generar economías de escala que serían difíciles de alcanzar si cada empresa operara de manera individual.

Sin embargo, la viabilidad del Modelo 3 depende de condiciones específicas que deben ser verificadas antes de su implementación a escala. Entre ellas se encuentran la disponibilidad constante de biomasa residual, la consolidación de una red de empresas aportantes, la eficiencia del sistema portátil de pirólisis, la calidad del sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación —MRV—, la participación de verificadores independientes, la existencia de mercados para el biochar y la posibilidad real de acceder a créditos de carbono o incentivos ambientales. Este sistema MRV resulta fundamental para registrar el origen de la biomasa, los volúmenes procesados, la producción de biochar y el carbono estabilizado en el producto final, generando información verificable sobre los beneficios ambientales del proyecto y facilitando su eventual participación en mercados voluntarios de carbono.

Asimismo, la intervención de verificadores independientes puede fortalecer la credibilidad del modelo, reducir riesgos de doble contabilidad y respaldar la comercialización de créditos con estándares de integridad ambiental. Desde el punto de vista económico, el modelo combina ingresos por venta de biochar, comercialización de créditos de carbono y posibles esquemas de distribución de beneficios dentro de la red; además, podría acceder a incentivos tributarios o fuentes de financiamiento climático si el sistema se estructura como una solución tecnológica para el aprovechamiento y control de residuos madereros en la fuente. Por tanto, este modelo debe abordarse inicialmente como una alternativa innovadora con alto potencial, necesaria para el contexto nacional y global, pero sujeta a validación técnica, económica, regulatoria y comercial.

En conjunto, los tres modelos contribuyen a fortalecer la sostenibilidad integral de la cadena forestal. Desde la dimensión ambiental, promueven el uso de madera legal, trazable y proveniente de manejo sostenible, la sustitución de materiales con mayor huella ambiental, el almacenamiento de carbono en productos de madera y el aprovechamiento de residuos. Desde la dimensión social, pueden generar ingresos, empleo rural, fortalecimiento organizativo y mayor reconocimiento del papel de las comunidades forestales. Desde la dimensión económica, permiten estructurar relaciones comerciales más transparentes, diversificar mercados y ampliar la base de actores vinculados a la cadena.

De otro lado, si bien el documento presenta una aproximación inicial a la viabilidad económica de los modelos de negocio, es importante precisar que los supuestos utilizados para su construcción deberán ser verificados, ajustados y acordados por las partes

interesadas antes de avanzar hacia una fase de implementación. Para ello, será necesario validar aspectos como los volúmenes reales de oferta y demanda, precios, costos logísticos, capacidades operativas, requerimientos técnicos, inversiones necesarias, costos de adecuación, márgenes esperados, tiempos de retorno y mecanismos de distribución de beneficios. De igual manera, deberá identificarse cuáles de estas inversiones o costos podrían ser objeto de esquemas de financiamiento, incentivos, beneficios tributarios, cooperación, capital semilla, créditos con condiciones preferenciales u otros instrumentos de apoyo, de acuerdo con los incentivos analizados en el Subproducto 1.3.

En este sentido, la aproximación económica presentada debe entenderse como una base preliminar para orientar la discusión entre los actores, pero no como un plan financiero definitivo. Por tanto, en una etapa posterior, una vez se confirme el interés de los NDFyB, las empresas ancla, los nodos de agregación de valor, los talleres, los operadores tecnológicos y demás actores involucrados, corresponderá construir de manera conjunta un plan de negocios ajustado a sus contextos reales. Dicho plan deberá incorporar información validada por las partes, definir las condiciones de inversión requeridas, precisar responsabilidades, identificar fuentes de financiación, analizar escenarios de riesgo y establecer mecanismos de distribución de ingresos. Asimismo, deberá desarrollar proyecciones financieras con datos reales que permitan evaluar con mayor rigor la viabilidad, escalabilidad y sostenibilidad de cada modelo.

Por último, la sostenibilidad de los modelos dependerá no solo de la existencia de compradores o de la disponibilidad de madera, sino también de la implementación articulada de las recomendaciones estratégicas planteadas. En particular, serán determinantes el fortalecimiento de capacidades en los NDFyB, la validación de mercado, la trazabilidad visible, el posicionamiento de especies, la gobernanza, la formación técnica, los proyectos demostrativos, la comunicación pedagógica, la economía circular y el aprovechamiento de incentivos. En consecuencia, los incentivos identificados en el Subproducto 1.3 deben entenderse como herramientas de apoyo para acelerar la implementación, reducir riesgos, mejorar la viabilidad financiera y consolidar una cadena forestal legal, trazable, innovadora y con valor territorial.

16 ANEXOS

Anexo 1. Tablas por bloques temáticos de las tendencias internacionales – construcción en madera

Anexo 2. Tablas por bloques temáticos de las tendencias en Colombia – construcción en madera

Anexo 3. Tablas por bloques temáticos de las tendencias internacionales – mercado muebles y carpintería

Anexo 4. Tablas por bloques temáticos de las tendencias en Latinoamérica – mercado muebles y carpintería

Anexo 5. Tablas por bloques temáticos de las tendencias en Colombia – mercado muebles y carpintería

Anexo 6. Listados de NDFyB donde confluyen pueblos indígenas

Anexo 7. Detalle inventario disponible piezas bogotanas Coagroitilla

Anexo 8. Especies ofertadas por el NDFyB Los Puertos - Guaviare

Anexo 9. Especies ofertadas por el NDFyB Orotuyo - Caquetá

Anexo 10. Especies referenciadas en Web y redes sociales empresas transformadoras

Anexo 11. Marco Metodológico para el diseño y análisis de los modelo de negocios sostenibles

Anexo 12. Análisis de los componentes asociados a cada una de las cuatro capas del modelo de negocio 1 —económica, ambiental, social y técnica—.

Anexo 13. Análisis de los componentes asociados a cada una de las cuatro capas del modelo de negocio 2 —económica, ambiental, social y técnica—.

Anexo 14. Información soporte y Analisis componentes capas del modelo de negocio 3

Anexo 15. Esquema de gobernanza integral para los modelos de negocio 1, 2 y 3

17 REFERENCIAS

Agencia Nacional de Contratación Pública – Colombia Compra Eficiente & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025). *Guía de Compras Públicas Sostenibles y Socialmente Responsables (versión junio 2025)*. https://www.colombiacompra.gov.co/wp-content/uploads/2025/06/Guia-de-Compras-Publicas-Sostenibles-y-Socialmente-Responsables-2025.pdf

Alcaldía de Manizales. (2022, 21 de septiembre). *Alcaldía de Manizales concede beneficios tributarios por aportar a la conservación ambiental*. Centro de Información de Manizales. https://centrodeinformacion.manizales.gov.co/alcaldia-de-manizales-concede-beneficios-tributarios-por-aportar-a-la-conservacion-ambiental/

Área Cúcuta. (2022, diciembre 19). FEDEMADERAS aporta a la inclusión social y productiva con inversiones superiores a $15 mil millonesareacucuta.comareacucuta.com. Noticias Área Cúcuta. Recuperado de https://www.areacucuta.com/fedemaderas-aporta-a-la-inclusion-social-y-productiva-con-inversiones-superiores-a-15-mil-millones/

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI. (s. f.). *Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI*. https://www.andi.com.co/Home/

Banco Agrario de Colombia. (2024, 27 de mayo). El Banco Agrario promueve la conservación del medio ambiente, a través de líneas de créditos verdes. Recuperado de https://www.bancoagrario.gov.co/noticias

Banco de Bogotá (s.f.). Crédito de desarrollo sostenible. https://www.bancodebogota.com/empresas/productos-de-credito/creditos-sostenibles/desarrollo-sostenible

Bancóldex. (2026). *Línea de crédito Transformación Financiera, Territorios de Paz 2025*. https://www.bancoldex.com/es/soluciones-financieras/lineas-de-credito-empresas-colombia/linea-de-credito-transformacion-financiera-territorios-de-paz-2025

Bancóldex. (2025). *Línea de Crédito Impulso Empresarial 2025*. https://www.bancoldex.com/es/soluciones-financieras/lineas-de-credito-empresas-colombia/linea-de-credito-impulso-empresarial-2025

Bancóldex. (2024, 7 de noviembre). Línea de crédito Sostenible adelante 2024. Recuperado de https://www.bancoldex.com/es/soluciones-financieras/lineas-de-credito/linea-de-credito-sostenible-adelante-2024

BioCarbon Fund Initiative for Sustainable Forest Landscapes (ISFL). (s.f.). *Results-based climate finance*. https://www.biocarbonfund-isfl.org/results-based-climate-finance

BBVA (2024). BBVA y CAF crean línea de crédito de 50 millones de dólares para preservar los ecosistemas estratégicos de Colombia https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/bbva-y-caf-crean-linea-de-credito-de-50-millones-de-dolares-para-preservar-los-ecosistemas-estrategicos-de-colombia/

Brasil. (2006). *Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006 (Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável)*. https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2006/lei-11284-2-marco-2006-541235-publicacaooriginal-44468-pl.html

Bueno, G., & Ferla de Oliveira, A. (2025). Financial viability of solid biofuel generation: A case study in a pellet factory in western Paraná. *International Journal of Advanced Research, 13*(7), 369–377. https://doi.org/10.21474/IJAR01/21330

Cámara Colombiana de la Construcción – Camacol. (s. f.). *Cámara Colombiana de la Construcción*. https://camacol.co/

Cámara de Comercio de Florencia [CCF] (2025). Fábricas de Productividad y Sostenibilidad. https://www.ccflorencia.org.co/#:~:text=,Sostenibilidad

Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (s. f.). *Combustible dust*. OSH Answers. Recuperado el 5 de julio de 2026, de https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/combustible_dust.html

Ministerio del Ambiente (2016b). *Programa Nacional de Conservación de Bosques (PNCB)*. Ministerio del Ambiente. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/12/3.-Calmet-Delgado-PNCB.pdf

CMPC. (2022). *CMPC apunta a insertar las materias primas de origen forestal en una economía circular*. https://www.cmpc.com/cmpc-apunta-a-insertar-las-materias-primas-de-origen-forestal-en-una-economia-circular/

Concejo de Manizales. (2021, 27 de diciembre). Acuerdo 1108 de 2021. Por el cual se conceden unos beneficios tributarios.

CETA. https://www.ceta.org.co/html/archivos/CETAEnlaces/Manizales-Caldas/ACUERDO%201108%20DE%202021.pdf

Concejo de Medellín. (2017, 20 de noviembre). Acuerdo 066 de 2017. Normativa sustantiva aplicable a los tributos del Municipio de Medellín. Gaceta Oficial Nº4486. https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2022/09/Acuerdo-066-de-2017-Medellin.pdf

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible – CCCS. (s. f.). *Consejo Colombiano de Construcción Sostenible*. https://www.cccs.org.co/

Congreso de la República de Colombia. (2018). *Ley 1943 de 2018. Por medio de la cual se adoptan medidas en materia tributaria, económica y de financiamiento*. SUIN-Juriscol. https://www.suin-juriscol.gov.co/clp/contenidos.dll/Leyes/30036049

Congreso de la República. (2017). Decreto 870 de 2017. Sistema Único de Información Normativa (SUIN-Juriscol). https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30036488#ver_30190568

Corona S.A. de Cerámica. (2025, 3 de octubre). Corona reafirma su liderazgo en sostenibilidad: 80% de su mobiliario para baños y cocinas cuenta con certificación FSCempresa.corona.coempresa.corona.co [Comunicado de prensa]. Corporativo Corona. https://empresa.corona.co/corona-reafirma-su-liderazgo-en-sostenibilidad-80-de-su-mobiliario-para-banos-y-cocinas-cuenta-con-certificacion-fsc/

Chile. Ministerio de Agricultura. (2008). *Ley N.º 20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal*. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=274894

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (s.f.). *Bonos Ley de Bosque Nativo*. https://www.conaf.cl/manejo-de-ecosistemas/bosque-nativo/fondo-de-conservacion-y-manejo-sustentable-del-bosque-nativo/bonos-ley-de-bosque-nativo/

Cotierra. (s. f.). Cotierra. https://www.cotierra.com/

Cuáles Tu Huella. (2025). *Innovación con residuos industriales: Masisa impulsa economía circular en Chile*. https://www.cualestuhuella.cl/noticia/produccion-responsable/2025/10/innovacion-residuos-industriales-masisa-economia-circular-chile

Davivienda. (s.f.). Líneas verdes - Banco Davivienda. Recuperado de https://www.davivienda.com/wps/portal/empresas/nuevo/menu/empresarial/no_pare_de_crecer/credito_para_inversion/lineas_verdes/!ut/p/z1/hY69DoIwGEWfhYHR9pN_3YoyCNEoDmIXA6QCCaWkVBvf3jqaaLjbzT0nuZjiAtOhfHZNqToxlL3pVxrc3OjkHdLY2W9I5gBJkmOexfnuvHXwZQ6gZoY_IWB8OoekmHYVR7rmCJAbBKvQ98BfeqEfff6RoXKjBlPJ7kwyiR7S3G6VGqe1DTZorVEjRNMzVAtuwy-lFZPCxTeJR17AglYvTSzrDU1mNWA!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/

Digipolis. (2023). *The largest investment of the forest industry in Finland is ready: Pulp deliveries from the Metsä Group bioproduct mill to customers have started*. https://www.digipolis.fi/digipolis-news/yritykset-tiedottavat/the-largest-investment-

of-the-forest-industry-in-finland-is-ready-pulp-deliveries-from-the-mets%C3%A4-group-bioproduct-mill-to-cu-1696402062708

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). (s. f.). *Paso a paso adopción de tarifas del impuesto de industria y comercio consolidado* (Documento RST). https://www.dian.gov.co/impuestos/Regimen-Simple-de-Tributacion-RST/Documents/Paso-a-Paso-Adopcion-de-Tarifas-del-Impuesto-de-Industria-y-Comercio-Consolidado.pdf?utm_source=chatgpt.com

Departamento para la Prosperidad Social. (s. f.). *Departamento para la Prosperidad Social*. https://prosperidadsocial.gov.co/

Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Documento CONPES 3956 DNP de 2019: Política de formalización empresarial* (CONPES 3956). República de Colombia. Recuperado de https://normograma.mintic.gov.co/mintic/compilacion/docs/conpes_dnp_3956_2019.htm

European Union. (2023). *Fighting deforestation and forest degradation*. EUR-Lex. https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/fighting-deforestation-and-forest-degradation.html

European Commission. (s.f.). *EU rules against illegal logging*. https://environment.ec.europa.eu/topics/forests/deforestation/eu-rules-against-illegal-logging_en

European External Action Service (EEAS). (2016). *FLEGT – Forest Law Enforcement, Governance and Trade*. https://www.eeas.europa.eu/node/14827_fr

European Commission. (s.f.). *Metsä Fibre: Making full use of wood product side streams*. European Circular Economy Stakeholder Platform. https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/metsa-fibre-making-full-use-wood-product-side-streams

European Biochar Certificate. (s. f.). *The European Biochar Certificate (EBC).* *The European Biochar Certificate (EBC)*

Fairtrade America (s.f.). https://www.fairtrade.net

KfW Development Bank. (s.f.). *REDD Early Movers (REM) Programme*. https://www.kfw-entwicklungsbank.de/SDG-portal/SDG-15/REDD-REM/

FAO. (2018). *Sustainable forest management and the forest sector value chains*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org

FEDEMADERAS (2025). Línea de Transformación Productiva y Sostenible – LTPS de FINAGRO. https://fedemaderas.org.co/linea-de-transformacion-productiva-y-sostenible-ltps-de-finagro/

Federación Nacional de Industriales de la Madera – FEDEMADERAS. (2026). *Próximos eventos*. https://fedemaderas.org.co/proximos-eventos/

Federación Nacional de Industriales de la Madera – FEDEMADERAS. (s. f.a). *Quiénes somos*. https://fedemaderas.org.co/quienes-somos/nosotros/

FINAGRO (2025). Línea de Transformación Productiva y Sostenible. LTPS 2025 Por un campo más sostenible. https://www.finagro.com.co/sites/default/files/basic-page/2025-07/LINEA%20DE%20TRANSFORMACION%20PRODUCTIVA%20Y%20SOSTENIBLE%20-%20LTPS%202025-V3.pdf

FINAGRO (s.f.a). Línea de Transformación Productiva y Sostenible. https://www.finagro.com.co/linea-transformacion-productiva-sostenible

Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario – FINAGRO. (s. f.b). *Título 4: Líneas Especiales de Crédito (LEC) con Tasa Subsidiada*. https://www.finagro.com.co/node/135007

Fondo Emprender. (s. f.). *Fondo Emprender*. https://www.fondoemprender.com/

Fondo Colombia Sostenible. (2025, 17 de octubre). Comunidades forestales presentaron sus logros en manejo sostenible del bosque durante ExpoBosques 2025colombiasostenible.gov.cocolombiasostenible.gov.co. Bogotá: Fondo Colombia Sostenible. https://www.colombiasostenible.gov.co/fondo/2025/10/17/comunidades-forestales-presentaron-sus-logros-en-manejosostenible-del-bosque-durante-expobosques-2025/

Fondo Nacional de Garantías [FNG]. (s. f.). *¿Qué tipo de garantías tenemos en el FNG?*. https://www.fng.gov.co/blog/que-tipo-de-garantias-tenemos-en-el-fng

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Tropical Timber Organization (ITTO), & United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2020). *Forest product conversion factors*. FAO. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/eebaeee6-cd98-4b35-9143-21f96fad16af/content

Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). (s.f.). *Pago de servicios ambientales*. https://www.fonafifo.go.cr/es/servicios/pago-de-servicios-ambientales/

González Hassig, A., García Ubaque, C. A., & Talero Rojas, G. F. (2014). Estudio de planta piloto para peletización de residuos madereros y su utilización como combustible en hornos ladrilleros. Tecnura, 18(40), 62–70. http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v18n40/v18n40a06.pdf

Grupo Bancolombia. (s.f.). Crédito Agrosostenible. https://www.grupobancolombia.com/sostenibilidad/enfoque-sostenible/clientes/financiacion-sostenible/agro-sostenible

Grants.gov. (s.f.). *Funding opportunity*. U.S. Department of Health and Human Services. https://simpler.grants.gov/opportunity/be881a2a-2724-42a7-b2b6-71c4464ea93b

Green Climate Fund (GCF). (2024). *Forests get boost with new GCF policy on REDD+ results-based payments*. https://www.greenclimate.fund/news/forests-get-boost-new-gcf-policy-redd-results-based-payments

IDH – The Sustainable Trade Initiative. (2019). *Unlocking sustainable tropical timber market growth through data*. https://www.idhsustainabletrade.com/uploaded/2019/11/IDH-Unlocking-sust-tropical-timber-market-growth-through-data.pdf

Inspenet. (2024). Bioena inaugura planta de pellets de madera. Inspenet. https://inspenet.com/noticias/bioena-inaugura-planta-de-pellets-de-madera/

Instituto Nacional de Bosques (INAB). (s.f.). *PROBOSQUE*. https://www.inab.gob.gt/index.php/probosque

Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). (s.f.). *Crédito enlace para manejo de bosque nativo (CONAF)*. https://www.indap.gob.cl/plataforma-de-servicios/credito-enlace-para-manejo-de-bosque-nativo-conaf

International Finance Corporation (IFC). (2012). *Performance standards on environmental and social sustainability*. https://www.ifc.org/en/insights-reports/2012/ifc-performance-standards

International Journal for Multidisciplinary Research, 7(2). https://www.ijfmr.com/papers/2025/2/41317.pdf

International Tropical Timber Organization (ITTO). (2015). *Development of a stumpage valuation model for tropical forests in Mindanao, Philippines (PPR 62/11 Rev.2 (I))* (Technical Report). https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2736/Technical/PPR-62-01-I.pdf

Jing M and Ma Z (2026) Study on the adsorption of Cr(VI) and atrazine by biochar. Front. Earth Sci. 13:1714988. doi: 10.3389/feart.2025.1714988

https://www.frontiersin.org/journals/earth-science/articles/10.3389/feart.2025.1714988/full

Kim, D., Anderson, N. M., & Chung, W. (2015). Financial performance of a mobile pyrolysis system used to produce biochar from sawmill residues. Forest Products Journal, 65(5–6), 189–197. https://doi.org/10.13073/FPJ-D-14-00052

Kunttu, J. (2017). *Timber procurement and pricing mechanisms in Finland* (Presentation). Metsäteho Oy. https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/S2.1.-Kunttu.pdf

La República (Rojas, L. M.). (2023, mayo 19). Cinco empresas donde la reforestación es una prioridadlarepublica.co. Especiales La República. https://www.larepublica.co/especiales/todos-por-la-reforestacion/cinco-empresas-donde-la-reforestacion-es-una-prioridad-3618569

La Silla Vacía. (2026). *En la Amazonía, Finagro destina casi la mitad del crédito a vacas*. https://www.lasillavacia.com/silla-amazonia/en-la-amazonia-finagro-destina-casi-la-mitad-del-credito-a-vacas/

LehmannJ.RondonM. (2006). Bio-char soil management on highly weathered soils in the humid tropics, biological approaches to sustainable soil systems. Boca Raton, FL: CRC Press, 517–530.

Metsä Group. (2024). *Metsä Group annual review 2024*. https://www.metsagroup.com/globalassets/metsa-group/documents/investors/financial-reporting/annual-reports/2024/metsa-group-annual-review-2024.pdf

Minambiente (s.f.) Sello Ambiental Colombiano. https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/sello-ambiental-colombiano-sac/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Resolución 1909 de 2017 – Salvoconducto Único Nacional en Línea (SUNL)*. https://vital.minambiente.gov.co

MinAmbiente. (2023). Informe nacional de trazabilidad y control forestal. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://www.minambiente.gov.co

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2016). *La conservación de bosques en el Perú*. https://www.minam.gob.pe/informessectoriales/wp-content/uploads/sites/112/2016/02/11-La-conservaci%C3%B3n-de-bosques-en-el-Per%C3%BA.pdf

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (s.f.). *Programa Socio Bosque*. https://www.ambienteyenergia.gob.ec/ambiente/programa-socio-bosque/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (s.f.). Conservar Paga. https://www.minambiente.gov.co/conservarpaga/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Pacto Intersectorial por la Madera Legal en Colombia*. https://www.minambiente.gov.co/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/pacto-intersectorial-por-la-madera-legal-en-colombia/

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo – MinCIT. (2025, 30 de octubre). *MinCIT impulsa la Economía Popular, el emprendimiento y las mipymes con el relanzamiento de iNNpulsa Colombia*. https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/industria/mincit-impulsa-la-economia-popular-el-emprendimien

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo – República de Colombia. (s. f.). *Beneficios de la Ventanilla Única Empresarial (VUE)*. Recuperado de https://www.vue.gov.co/ventanilla-unica-empresarial/beneficios-de-la-vue

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – MinTIC. (2025, 9 de diciembre). *Ministerios TIC y de Comercio e iNNpulsa Colombia fortalecieron a cerca de 9.450 emprendedores digitales en todo el país*. https://www.mintic.gov.co/portal/715/w3-article-425666.html

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo – MinCIT. (2026, 13 de febrero). *Proyecto de Decreto, por el cual se reglamenta el artículo 3 de la Ley 2470 de 2025 y se*

desarrollan los lineamientos de la Política Pública Nacional de los micronegocios barriales y vecinales del país, y se dictan otras disposiciones [Proyecto de Decreto]. https://www.mincit.gov.co/normatividad/proyectos-de-normatividad/proyectos-de-decreto-2026/23-01-2026-pd-politica-publica-nacional-de-los-mic.aspx

Mordor Intelligence. (s. f.). Wood-plastic composites (WPC) market – Growth, trends, and forecast. Mordor Intelligence. https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/wood-plastic-composites-wpc-market

Natural Resources Canada. (2026, February). *Government of Canada advances wood construction in Quebec*. Government of Canada. https://www.canada.ca/en/natural-resources-canada/news/2026/02/government-of-canada-advances-wood-construction-in-quebec.html

Observatorio de Medio Ambiente, Universidad Externado de Colombia. (2025). Las concesiones forestales campesinas en Colombia: Análisis jurídico de la Resolución 057 de 2025. https://medioambiente.uexternado.edu.co/las-concesiones-forestales-campesinas-en-colombia-analisis-juridico-de-la-resolucion-057-de-2025/

Occupational Safety and Health Administration. (s. f.). *Heat: Overview: Working in outdoor and indoor heat environments*. U.S. Department of Labor. Recuperado el 5 de julio de 2026, de https://www.osha.gov/heat-exposure

Ole Manina, I. L., & Rayment, M. (2025). *Estimation of wood residues from small scale sawmill operations in Kawetire Forest Plantation in the Southern Highlands, Tanzania*.

Olufemi, B., Akindeni, J. O., & Olaniran, S. O. (2012). *Lumber recovery efficiency among selected sawmills in Akure, Nigeria*. Drvna industrija, 63(1), 15–18. https://hrcak.srce.hr/file/116738

Patrimonio Natural (febrero 10 de 2022). Los Negocios Verdes: Una alternativa que fomenta la sostenibilidad ambiental. https://www.patrimonionatural.org.co/los-negocios-verdes-una-alternativa-que-fomenta-la-sostenibilidad-ambiental/#:~:text=Para%20esto%2C%20el%20PNNV%20promueve,Minambiente%202014

PEFC (s.f.). https://www.pefc.org/

Puro.earth. (2025). *Puro biochar methodology: Edition 2025. Puro Biochar Methodology - Edition 2025 - Post-approval - Zotero PDF*

Presidencia de la República de Colombia. (2010). *Ley 1429 de 2010: Por la cual se expide la Ley de Formalización y Generación de Empleo* (Diario Oficial No. 47 937, 29 de diciembre de 2010). Recuperado de https://www1.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=39430

Presidencia de la República de Colombia. (2017b). *Decreto 1875 de 2017* (Diario Oficial No. 50.420, 17 de noviembre de 2017): Por el cual se adiciona un capítulo al título 2 de la parte 2 del libro 2, se crea la Ventanilla Única Empresarial – VUE y se adiciona un parágrafo al artículo 2.2.2.38.6.4 del Decreto 1074 de 2015, Decreto

Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo. Recuperado de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=84295

Presidencia de la República de Colombia. (2017). Decreto 2205 de 2017 (arts. 1.2.1.18.51 y 1.2.1.18.53), compilado en el Decreto 1625 de 2016. Texto vigente. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=85049

Presidencia de la República de Colombia. (2016). *Decreto 1625 de 2016. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario en materia tributaria*. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=83233

Presidencia de la República de Colombia. (2024). *Decreto 874 de 2024. Por el cual se reglamenta el artículo 100 de la Ley 2294 de 2023 y se adiciona el Título 16 a la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1082 de 2015, en relación con las Asociaciones Público-Populares (APPo)*. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=244716

Presidencia de la República de Colombia. (2021). *Decreto 1860 de 2021. Por el cual se reglamentan los artículos 30, 31, 32, 34 y 35 de la Ley 2069 de 2020, en lo relativo al Sistema de Compras Públicas y el acceso de las Mipymes a la contratación estatal*. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=175557

Sahoo, K., Upadhyay, A., Runge, T., Bergman, R., Puettmann, M., & Bilek, E. (2021). Life-cycle assessment and techno-economic analysis of biochar produced from forest residues using portable systems. The International Journal of Life Cycle Assessment, 26, 2064–2078. https://doi.org/10.1007/s11367-020-01830-9

Sebestyen Tihamer Tibor, & Grande, C. A. (2022). Industrial production of activated carbon using circular bioeconomy principles: Case study from a Romanian company. Cleaner Engineering and Technology, 7, 100443. https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100443

Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Tocantins (SEMARH). (s.f.). *ICMS Ecológico*. Governo do Estado do Tocantins. https://www.to.gov.br/semarh/icms-ecologico/5qjxkrjbm2ze

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). (s.f.). *ICMS Ecológico*. Governo do Estado de Goiás. https://goias.gov.br/meioambiente/icms-ecologico/

Serviço Florestal Brasileiro. (s.f.). *Concessões florestais*. Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF). https://snif.florestal.gov.br/pt-br/temas-florestais/concessoes-florestais

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. (s. f.). *Servicio Nacional de Aprendizaje*. https://www.sena.edu.co/

Sirjana Adhikari, Ellen Moon, Jorge Paz-Ferreiro, Wendy Timms, Comparative analysis of biochar carbon stability methods and implications for carbon credits, Science of The Total Environment, Volume 914, 2024, 169607, ISSN 0048-9697

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723082372?via%3Dihub

Sistema B (s.f.). Transformando la economía global en beneficio de todas las personas, las comunidades y el planeta. https://www.sistemab.org/

Schueftan, A.; Aguilera, F.; Aravena, C.; Benedetti, S.; Gallardo, C. (2021) Incentivos para Impulsar la Construcción en Madera en Chile. Instituto Forestal, Chile. Documento de Divulgación N° 62. pp. 79. https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/31354/31354.pdf?sequence=1

Springsteen, B., Yorgey, G. G., Glass, G., & Christoforou, C. (2021). *Chapter 12: Air pollutant emissions and air emissions permitting for biochar production systems*. En *Biomass to biochar: Maximizing the carbon value* (pp. 157–166). Washington State University. https://wpcdn.web.wsu.edu/cahnrs/uploads/sites/44/Biomass2Biochar-Chapter12.pdf

Stafford, W. H. L., & De Lange, W. J. (2018). *Wood-based bio-refineries: Value adding to sawmill waste from the forestry industry* (Report No. CSIR/NRE/GES/IR/2018/0044/A). Council for Scientific and Industrial Research (CSIR). https://researchspace.csir.co.za/server/api/core/bitstreams/8237013d-9dc9-4a67-9493-3e9ee3c841cb/content

Stora Enso. (2024). *Stora Enso interim report: January–December 2024*. https://www.storaenso.com/-/media/documents/download-center/documents/interim-reports/2024/storaenso_results_q424_eng.pdf

Stott, L., & Murphy, D. (2025). *Principles-based partnerships and multi-stakeholder collaboration*.

Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys. (s. f.). *Sawmills' by-products as a raw material*. Sahateollisuuskirja. https://sahateollisuuskirja.fi/en/puuraaka-aine/sahateollisuuden-sivutuotteet-raaka-aineena

Timber Trades Journal (TTJ). (2026). *Stora Enso wood products division reports annual results*. https://www.ttjonline.com/news/stora-enso-wood-products-division-reports-annual-results/

U.S. Forest Service. (s.f.). *Attachment 03: Residual value appraisal method*. United States Department of Agriculture (USDA), Southern Research Station. https://www.srs.fs.usda.gov/econ/disturbance/biomass/attachment03.pdf

Visión Amazonía. (14 de febrero de 2025). ¿En qué van los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad? Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://visionamazonia.minambiente.gov.co/news/en-que-van-los-nucleos-de-desarrollo-forestal-y-de-la-biodiversidad/

Washington State University. (s. f.). *Biomass to biochar. Chapter 12: Air pollutant emissions and air emissions permitting for biochar production systems.* *Biomass to Biochar | Chapter 12: Air Pollutant Emissions and Air Emissions Permitting for Biochar Production Systems*

World Bank. (2017). *Environmental and Social Framework*. https://www.worldbank.org/en/projects-operations/environmental-and-social-framework

World Bank. (2025, November 16). *Nepal receives $9.4 million for forest carbon credits under the Forest Carbon Partnership Facility*. https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/11/16/nepal-receives-9-4-million-for-forest-carbon-credits-under-the-forest-carbon-partnership-facility

WWF Colombia. (2025, 3 de marzo). Con sostenibilidad la comunidad transforma el uso de la madera en Urabá. Bogotá: WWF Colombia. https://www.wwf.org.co/?393811/Madera-sostenible-Colombia-Uraba

Zerbe et al., . (2004). *Wood utilization efficiency and reduction of losses in lumber and plywood manufacturing plants* (PPR 62/01 (I)). International Tropical Timber Organization (ITTO). https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2736/Technical/PPR-62-01-I.pdf