

INFORME FINAL

31/01/2022

- Consultoría: Identificación de oportunidades de agregado de valor a subproductos forestales en Cerro Largo



Informe de consultoría realizado por:
Martha Tamosiunas

Tabla de contenido

Resumen ejecutivo:.....	3
I. Introducción.....	5
II. Antecedentes y contexto	6
III. Metodología:	10
IV. Resultados.....	13
Objetivo I: Oferta de subproductos	13
Objetivo II: Alternativas de uso de los subproductos	25
Objetivo III: Potencial de la comunidad receptora	41
Objetivo IV: Análisis de factibilidad comercial, financiera, logística y ambiental.	49
V. Conclusiones, recomendaciones y limitantes.....	62
VI. Bibliografía consultada.....	64
VII . ANEXOS	66
Anexo I : Términos de referencia	66
Anexo 2: Abreviaturas y siglas	68

Resumen ejecutivo:

El presente informe tiene por objetivo analizar las posibilidades de transformación de los subproductos forestales remanentes de la cosecha y el raleo de eucaliptos y pino en las plantaciones de LUMIN en los próximos años.

Estas oportunidades de transformación tienen por objeto facilitar la inserción en la actividad forestal de los habitantes del Municipio de Cañas quienes son trabajadores rurales en su mayoría vinculados a la ganadería. También es de interés de LUMIN desarrollar vínculos ganar-ganar con la población cercana a sus plantaciones y evitar el vandalismo.

La recolección de información por encuestas y entrevistas permite inferir que en Cañas es posible pensar en empresas mano de obra intensiva vinculadas a trabajo manual. Los pobladores pueden vincularse con entusiasmo a una nueva actividad pero rápidamente puede desvincularse. Actualmente se encuentran expuestos a muchas ideas de negocios por parte de organizaciones que apoyan el emprendedurismo (comida, textiles, turismo) pero las mismas personas acuden a todos los llamados y no se especializan en ninguno, los grupos son lábiles y algunas veces el abandono del grupo desestimula a los que permanecen y los grupos se desarman.

No conocen el sistema de producción forestal lo ven como una actividad ajena a la que no podrían vincularse y no aceptarían la trashumancia típica de los contratistas. Cañas no se vincula mucho con los otros poblados del Municipio por diferencias socioeconómicas anteriores, en la actualidad la integración se observa como difícil. Esta característica exige pensar en formación y capacitación tanto en la actividad manual como en lo que hace a gestión y comercialización.

La apuesta de trabajo en el formato emprendedor debe ser para los jóvenes que actualmente tienen 14 a 20 años. Debe orientarse hacia la aplicación de capacidades de lecto-escritura y aplicación de la formación de secundaria. Estos jóvenes deben sentir que la educación formal secundaria es una herramienta de promoción social. Una alternativa que puede ir de la mano de innovación y un empoderamiento de nuevos procesos que los diferencie de sus pares y de sus progenitores es deseable. Los adultos con familia a cargo podrán cumplir procesos mano de obra intensivo en apoyo a estos jóvenes algunos en campos forestados otros en el propio centro poblado.

El contexto de la propuesta es auspicioso ya que la iniciativa de LUMIN tiene apoyo de los gobiernos locales, en el Ministerio de Industria y Energía y en LATU-Latitud quienes pueden colaborar con medidas de promoción fiscal, apoyo para la investigación y para la innovación o adopción de nuevas tecnologías.

La oferta de biomasa forestal maderable que se espera para los próximos 5 años en promedio es de 1000 mcs /año de la fracción punta fina. De este volumen se supone podrían comerciar unos 750 mcs /año (450 t /año) como leña industrial. Además de ello se tiene oferta de ramas, hojas y corteza como el total de biomasa que se estima en 10 toneladas /ha efectiva variando la oferta según que la actividad sea raleo o cosecha final.

Las alternativas de transformación analizadas son:

1. Clasificar, dimensionar y extracción manual de trozos de 1 a 2 m de largo para su venta como rolo de leña industrial. Actividad exclusivamente desarrollada en el predio forestal y en el que se integran las personas que puedan ir al sitio en forma diaria en jornadas de 6 u 8 horas.
2. Extracción manual del material maderable del rodal y llevarlo a sitios de acopio intermedio cercano al poblado. En el sitio de acopio se dimensiona y clasifica la leña industrial, una vía de transformación adicional es que aquellas piezas más cortas se organicen en fardos de 25 kg aproximadamente para

venta como leña residencial, o se carbonicen en un horno metálico para posterior venta como carbón residencial. Otra línea alternativa o complementaria es que lo que no vaya a leña se pique en forma de astillas y se elaboren bloques para la cría de hongos comestibles en condiciones controladas. Los bloques residuales del proceso se pueden incorporar al suelo o explorar su uso en el consumo de rumiantes por su alto contenido de celulosa y proteína de fácil digestibilidad.

3. Extracción mecanizada de todo el material vegetal pos cosecha, enfardado y retiro para posterior chipeado, zarandeado clasificando astillas y resto de material. De esta línea se pueden vender astillas directas para estufa que admitan este sistema de alimentación y el resto de material se composta y se lleva nuevamente al sitio de extracción.

4. A partir de astillas se puede explorar la carbonización por pirolisis y la producción de carbón activado para filtros.

5. También a partir de astillas se puede procesar las mismas en un molino de martillo y transformarlas en pellets por medio de la comprensión con calor, o se puede tratar térmicamente (torrefacción) y vender así pellets de alto rendimiento energético.

Hay dos problemas que se pueden observar en Cerro Largo, el primero es la escasa demanda energética industrial que puede provocar la rápida saturación del esquema leña y el segundo la existencia de una oferta importante de pino que no consigue colocación. Se propone aprovechar esa fuente excedente de energía para pensar en un consorcio entre las empresas plantadoras de la zona que genere vapor, calor y /o electricidad en un parque industrial orientado a la producción de partes y piezas de madera para la construcción de viviendas de y con madera. Este parque industrial podría contar con el apoyo adicional de la IDCL. Pensar la oportunidad de industrialización local junto con la facilitación de permisos mediante esquemas constructivos pre aprobado y normalizados, podría dar impulso a este desarrollo.

Luego de analizar las alternativas con una matriz que pondera la importancia de los factores y su factibilidad de aplicación la alternativa que surgen como más atractivas es el segundo escenario donde además de la leña industrial, se incluye la posibilidad de transformar más biomasa en procesos que incluyan las ramillas y ramas y en productos de mayor valor agregado pues permite la inclusión de más gente en el proceso y la diversidad de productos permite cubrir un riesgo de no demanda eventual.

I. Introducción

El presente informe sintetiza el trabajo realizado en los meses de Noviembre y Diciembre donde se estimó el volumen de biomasa potencial posible de incorporarse a circuitos de valor dentro del sector forestal, el análisis de las potenciales alternativas de aprovechamiento en el corto y mediano plazo en función de la localización y la comunidad receptora y finalmente, la evaluación de factibilidad social, económica y ambiental en consideración de los términos de referencia (TDR) incluidos en el anexo I.

En el trabajo se consideran subproductos todos aquellos componentes de la biomasa que aún no tienen destino comercial definido. La prioridad del análisis es la fracción leñosa, desde la perspectiva social de la comunidad de Cañas, centro poblado foco del llamado.

La comunidad receptora del proyecto es el poblado Cañas ubicado en la 12ª. Sección censal del departamento de Cerro Largo. Esta sección censal cubre 648 km² abarca desde el kilómetro 13,5 de la ruta 26 hasta la ruta 54 incluyendo los poblados de Sierra de Ríos, La Micaela, Cañitas, Montecitos y Asperezas; el Municipio de Cañas es el centro administrativo y linda con los Municipios de Paso Centurión, La Pedrera, Plácido Rosas y Nando.

La consultoría es financiada por el Ministerio de Industria y Energía (MIEM), surge de la iniciativa de LUMIN SA en colaboración con la Oficina de Promoción y Desarrollo del gobierno departamental de Cerro Largo (IDCL) y el apoyo de LATU -Latitud.

LUMIN es una empresa forestal que cuenta con una importante área forestada a menos de 20 km de la comunidad de Cañas con planta industrial en Tacuarembó y que cuenta con experiencias de apoyo a la comunidad en base al reaprovechamiento de subproductos forestales.

Las actividades de campo se desarrollaron entre el 11 de noviembre y el 10 de diciembre de 2021 y consistieron en reuniones con referentes de la zona, un taller informativo y entrevistas a los vecinos de las Cañas, quedando pendientes instancias de intercambio con algunos vecinos que no pudieron concretarse por razones laborales y de agenda de los vecinos involucrados.

Durante el trabajo se contó con el permanente apoyo de los referentes institucionales, Jimena Gonzales del MIEM, Joaquín Castro Baroffio por LUMIN SA, Elena Lavecchia por la Oficina de Promoción y Desarrollo de la IDCL quienes facilitaron las actividades de campo y enriquecieron el trabajo con sus valiosos aportes a partir del conocimiento del territorio. El referente de LATU Daniel Pippolo apoyó en el diseño del llamado y facilitó los contactos con el equipo técnico de LATU.

II. Antecedentes y contexto

LUMIN SA es una empresa foresto industrial propiedad de un consorcio de inversores institucionales. Weyerhaeuser desde el año 1996 inició las actividades de plantación e inversión industrial luego, en septiembre de 2017, las tierras forestales y su planta de fabricación de tableros contrachapados pasaron a ser propiedad de BTG Pactual Timberland Investment Group (TIG) recibiendo allí el actual nombre de la empresa.

LUMIN gestiona 120,000 hectáreas de tierras forestales con 65.000 hectáreas de bosques en Rivera, Tacuarembó, Cerro Largo y Treinta y Tres los que son manejados intensivamente con podas y raleos. Cuenta con un vivero clonal de eucaliptus para 3 millones de plantines, una planta de cogeneración de bio-combustible de 10 MW y una planta de fabricación de madera contrachapada con capacidad para producir 270 000 m³ de paneles, exportando además 180 000 mcs de madera rolliza al año.

El área objeto de la presente consultoría, es un radio de 33 km con centro en el poblado Cañas, donde LUMIN concentra 14 mil ha. En los próximos 5 años a partir de 2022, se realizará tala rasa y raleos en **3600 ha de eucalipto**. Las especies bajo manejo son *Eucalyptus dunii*, *Eucalyptus grandis*, clones con híbridos de eucalipto y en algunas áreas también *Pinus taeda*.

El 100% de su área forestada está manejada con el estándar FSC (*Forest Stewardship Council*), la empresa genera 750 puestos de trabajo directo además de mantener vínculos con 221 pastoreantes y 78 apicultores.

Como parte de su misión corporativa LUMIN contribuye al desarrollo de las comunidades receptoras de su actividad económica apoyando y colaborando con las iniciativas locales en particular aquellas que promueven el desarrollo de las mujeres y niñas/os. Entre varias iniciativas es de particular atención el proyecto en Tacuarembó cogestionado con el Ministerio de Desarrollo Social (MIDES) para la inclusión socio laboral y productiva de pequeños emprendimientos familiares, con jefatura femenina, vinculados a fomentar el uso responsable de los productos del Bosque, en este caso la producción y venta de leña. LUMIN facilitó el acceso a la biomasa maderable y MIDES facilitó la formalización tributaria como marco necesario para comenzar las actividades de asesoramiento técnico y acompañamiento social a estas familias en situación de vulnerabilidad social. Este proyecto, es el modelo que da lugar a la iniciativa Cañas en Cerro Largo.

LUMIN por otra parte, facilita la integración laboral de los vecinos mediante bolsas de trabajo que los conectan con empresas contratistas proveedoras de la empresa. Para facilitar este proceso genera instancias de capacitación y facilita la comunicación entre propietarios de cuadrillas y aspirantes. En el caso de Cañas se inició este proceso con las cuadrillas de control de hormigas.

La oferta de madera en la región Cañas no es exclusiva de LUMIN, Intercaladas con sus plantaciones se encuentran los fideicomisos Bosques del Uruguay III y Montes del Este de los operadores Agroempresa Forestal y Cambium SA respectivamente. Estas empresas presentan planes de manejo similares a los de LUMIN en especies plantadas, edades y objetivo productivo y por tanto podrían contribuir a la oferta de biomasa regional. Todas ellas apuntan al doble propósito con madera estructural y madera para fibra casi en una proporción 50 y 50%. Con la información publicada disponible se puede inferir que estas empresas poseen 12900 ha plantadas con *Pinus taeda* y 27 400 ha con *Eucalyptus grandis* e híbridos con edades comprendidas entre los 13 y los 5 años, más 1600 ha de *E. dunnii* con 11 años de edad.

En Cerro Largo aún no se ha desarrollado una industria que consuma madera más allá de la existencia de PYMES orientadas al aserrado. Tampoco hay demanda industrial o comercial relevante de biomasa energética por lo que la extracción de madera se enfrenta a los problemas de costo de flete para

definir su destino industrial. Este problema es más grave en el caso de pinos donde se genera un elevado volumen de subproductos de bajo valor unitario sin un destino local evidente.

En síntesis en la cercanía a Cañas hay operaciones forestales que generan madera rolliza industrial y subproductos que aún no tienen un destino comercial establecido pero cuya oferta estará presente por los próximos 10 años. El subproducto –objeto de la consultoría- se compone de ramas, trozos de fuste provenientes del ajuste dimensional, extremos de punta fina, hojas y corteza. De acuerdo a la información de PROBIO (2015) es esperable obtener del eucalipto en tala rasa para pulpa 44 t/ha por hectárea de biomasa no comercial y 18,7 t/ha en las operaciones de raleo, en ambos casos, **ramas y puntas fina son 10 toneladas por hectárea efectiva.**

La planificación de las actividades de LUMIN en Cerro Largo debe considerar al Municipio de Cañas como un actor relevante con el cual deberá acordar estrategias de desarrollo por la cercanía de sus plantaciones.

En el **Municipio de Cañas** residían a 2011 según datos del Censo de población y vivienda, 536 personas en 204 hogares ocupando 401 viviendas particulares. El centro administrativo de la localidad censal es el Caserío Las Cañas donde existe un núcleo MEVIR con 72 personas, 24 hogares y 29 viviendas particulares, sólo el 21 % es propietario de su vivienda el resto se define como ocupante. La distribución de edad muestra 21 personas menores a 14 años, 45 personas entre 15 y 65 años con un índice de masculinidad de 111. La relación de dependencia demográfica se acercaba al 60% (menores de 0 a 14 años y de 65 años y más que dependen económicamente de la población de 15 a 64 años). El tamaño promedio del hogar es de 3 personas y un 70% de los hogares tenían menores de 17 años. El 33% de la población se auto percibe como descendiente afro, siendo la localidad de Cerro Largo con el índice más alto dentro el Departamento.

En cuanto a la educación un 9,8% de la población de 15 años y más era analfabeta y un 66,7% tenía por lo menos primaria completa. Un 100% de los jóvenes hasta 14 años cumplían los programas educativos, cantidad que se reduce al 20% cuando se observa la población de 15 años y más. La tasa de actividad es del 51,9% y está dentro del Departamento, sólo el 3,7% trabaja en otra localidad y no se menciona el trabajo itinerante lo que puede indicar una fuerte apuesta por asumir sólo fuentes de trabajo locales. El 100% de los hogares con niños y mayores de 65 años tiene por lo menos una necesidad básica insatisfecha (NBI) y el 96% de los hogares tiene esa condición., destacándose dentro de ellas lugar para cocinar y agua potable, agua caliente y elementos de confort. El 50% de los hogares no tenía computadora pero el 80% si contaba con celular.

En cuanto a las características de sus habitantes en opinión de los referentes locales entrevistados se puede señalar:

1. Individualistas, les resulta difícil trabajar en grupo, predominan las relaciones competitivas y es difícil lograr objetivos comunes.
2. Entusiastas positivos y con sentido comunitario pero local,
3. Se organizan con un biorritmo rural con un horario de trabajo que empieza al amanecer y finaliza a las 17 horas.
4. No se visualizan líderes locales fuertes aunque cuando trabajan en equipo hay liderazgo marcado donde la adhesión al grupo no se basa en el rigor sino en la afinidad con la forma de organizar el trabajo y con la calidad que se quiere presentar
5. Interactúan poco con otros centros poblados del Municipio en referencia a las actividades comerciales y laborales. Los vecinos de Cañas perciben una discriminación histórica por su condición afro que los ha estigmatizado y refieren abuso de alcohol y maltrato intrafamiliar.
6. Son una comunidad con mucha endogamia, esta consanguinidad provoca enfermedades hereditarias algunas que afectan físicamente y otras cognitivamente.

7. Son muy apegados a la zona y no consideran trabajos trashumantes aunque paguen buenos salarios
8. No hay transporte público pero todos tienen medios de transporte (motos y autos), para las compras de alimentos se abastecen de dos almacenes, algunos proveedores como las panaderías vienen a ofrecer los alimentos a la localidad o feria de ropa en los días de pago
9. La mayor parte de sus otras necesidades las cubren en Melo.
10. El cuidado de los niños es intrafamiliar y es un rol exclusivamente femenino, hay un centro CAIF que atiende los niños 3 veces por semana de 8 a 13.30, pero en opinión de las mujeres consultadas el cuidado de los niños no es un obstáculo para que las mujeres puedan salir a trabajar
11. Las prestaciones sociales que cobran las mujeres, además del valor de dicho ingreso, son su fuente de autonomía financiera, por lo que rechazarán cualquier actividad que comprometa su existencia
12. El medio de comunicación usado es el sistema de mensajería telefónica *Whats App*.

Las anteriores características permiten inferir restricciones para el desarrollo del municipio vinculadas al capital humano quizás la más importante es el nivel de alfabetización situación que está cambiando en las generaciones más jóvenes. No se encontraron indicadores que señalen la existencia de capital social e institucional tales como organizaciones gremiales, culturales de deporte o esparcimiento. La fortaleza de Cañas es contar con población joven capacitándose y sin intención de emigrar con un fuerte sentido de pertenencia. Con el adecuado estímulo podrán capturar la oportunidad que representa la presencia de núcleos forestados que demandan servicios y que pueden generar oportunidades para emprendedores. La segunda restricción es la poca iniciativa privada y empresaria, salvo algunos cuentapropistas o empresarios de servicios ganaderos. Una amenaza real es que otros grupos más proactivos tomen la oportunidad para su desarrollo y dejen al margen a la comunidad. La actual situación descrita en Cañas no difiere mucho de la señalada para Cerro Largo hace diez años en el informe desarrollado por Rodríguez et al. (2014).

La descripción del contexto incluye también al **Gobierno Departamental**, desde la Oficina de promoción y Desarrollo se trabaja con las iniciativas de desarrollo local en beneficio de toda la comunidad. Las iniciativas locales que manifiesten algunas dificultades técnicas subsanables o algún tipo de respaldo financiero para los cuentapropistas pueden obtener apoyo del gobierno. Desde la visión gubernamental más allá de la solución puntual para la comunidad de Cañas se busca potenciar el desarrollo de la industria forestal en primera y segunda transformación de la madera dentro de la región. En la actualidad no hay un aserradero competitivo del punto de vista tecnológico y tampoco hay capacidad de secado ni de re manufactura. Contribuir a disminuir el déficit habitacional en la región es un objetivo importante por tanto explorar la factibilidad de la construcción con madera puede ser un motor interesante de desarrollo para el Departamento.

La creación de un distrito industrial nucleado alrededor de una planta de co-generación de energía eléctrica y vapor puede ser un objetivo deseable y quizás se facilite la inversión privada si se involucran los principales proveedores de materia prima y se analizan los incentivos regionales existentes. El rol de la intendencia se visualiza facilitando permisos para la creación de distritos industriales que mejoren la logística de procesamiento de los subproductos forestales y además apoyando la redacción de normativas para facilitar la aprobación de permisos de construcción con madera e impulsando y creando las capacidades en la construcción con madera entre otros.

Para completar la descripción del contexto se debe integrar el análisis de las oportunidades que supone para la inversión la apertura de la hidro-vía Uruguay-Brasil a través de la Laguna Merín, la puesta a punto del aeropuerto y la existencia de beneficios para inversores a través de lo que señala el decreto 268/20 aspectos en los cuales el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el Ministerio

de Industria y Energía (MIEM) juegan un importante rol. El decreto 268/20 otorga devoluciones impositivas por las mejoras en bienes de capital que permite exonerar hasta el 35% del monto de la inversión en créditos de IRAE con un plazo máximo de uso de 5 años. Además se exonera del impuesto al patrimonio por hasta 10 años de vida útil de los bienes muebles y obra civil, así como la devolución de IVA en plaza por materiales y servicios para obras civiles y compra de bienes muebles en plaza. Para que la inversión tenga estos beneficios debe completar una matriz de indicadores que se puntúan de 0 a 10. Los aspectos que se tienen en cuenta y su ponderación son: creación de empleos 50%, 15% por la descentralización, 20% por el aumento de exportaciones, 20% por el uso de tecnologías limpias, 20% por procesos de investigación desarrollo e innovación y un 25% por la mejora de los indicadores sectoriales. Los puntos se pueden obtener por todos o algunos ítems y también se asocian a los montos invertidos y las zonas en las que se radiquen los proyectos si es en Paysandú, Tacuarembó y Colonia tienen un ponderador 10 y Cerro Largo 8.

El MIEM además de las grandes inversiones apoya iniciativas de pequeña y mediana industria que serían representativas de las iniciativas de los habitantes de Cañas. Ellos podrían acceder a los préstamos de ANDE en el centro Pyme para empresas nuevas los montos máximos son del orden de los \$U 20 mil por beneficiarios. Si se consigue la vinculación con una empresa ya existente se requiere una antigüedad mínima de un año, balances consolidados y certificados de la PYME.

Un actor no menor en este contexto es el sistema de innovación y desarrollo de tecnologías representado por el LATU y Latitud quien apoya la investigación y puesta a punto de procesos industriales innovadores o conocidos pero que requieran ajuste local.

III. Metodología:

La metodología se adaptó según los objetivos establecidos en los términos de referencia (TDR) por tanto se describe según objetivo.

Objetivo I: Cuantificación del volumen de subproductos a obtener en los próximos 5 años de los predios con actividad de cosecha en LUMIN y estimar el volumen potencial proveniente de las empresas forestales ubicadas en un radio de 50 km del poblado Cañas en los próximos 10 años.

A partir de la base de datos proporcionada por LUMIN se conocen las hectáreas forestadas por especie, el volumen esperado de madera en metros cúbicos en pie por hectárea a la fecha de intervención, la extracción de madera comercial por hectárea y el volumen de punta fina remanente. A través de los archivos *.KMZ proporcionados se puede inferir la distancia del predio a Cañas, agrupando los predios en un radio de 24 km y otro mayor de 33 km. A partir de esta información de base y con la información de oferta de subproductos forestales elaborada en el proyecto Probio 2015, se pudo establecer la oferta anual a 5 y 10 años de subproductos de LUMIN

A su vez el Sistema de Apoyo a la Gestión (SAG) de INIA y la Cartografía forestal digital de la Dirección Forestal del MGAP mas el uso del programa QGIS y Google Earth junto con los informes de las auditorías de riesgo de los fideicomisos de Agroempresa Forestal y Cambium se pudo estimar la oferta de subproductos potencial también a 5 y 10 años complementaria a la de LUMIN. Como las empresas se encuentran muy próximas geográficamente y tienen similar objetivo y plan de manejo se infirió que los resultados físicos promedios de LUMIN son representativos de la región y se les asignó a estos fideicomisos la misma producción por hectárea.

Objetivo II Identificar oportunidades de valorización incluyendo inversiones asociadas y breve descripción del proceso productivo, fracción de la biomasa que aprovecha y productos comerciales que se obtienen. Estas oportunidades deben atender a los principios de la bioeconomía en los cuales se encuentra trabajando LATU-LATITUD.

La metodología para este objetivo fue la revisión de información secundaria a través de las ideas proporcionadas en las entrevistas a especialistas de la academia. Las entrevistas abiertas fueron abiertas centradas en las expectativas de incluir las fracciones de subproductos en procesos industriales de su conocimiento. El contacto con los profesionales fue a través de la metodología bola de nieve, pues se solicitó a cada entrevistado una lista de contactos que a su juicio fueran pertinentes para la evaluación del tema.

Las entrevistas con expertos se dirigieron a:

1. Javier Doldan: Jefe del Departamento de proyectos forestales, de la Gerencia de Proyectos Generales del Laboratorio Tecnológico del Uruguay LATU, e integrante de Latitud
2. Laura Moya: Profesor en la Facultad de Arquitectura de la ORT desarrolló con el MVOTMA la construcción de casas de madera en Rivera. Moya trabaja en el área de la ciencia y tecnología de la madera, es responsable de la línea de investigación Tecnologías y Usos de la Madera y coordinadora académica del Diploma de Especialización en Diseño, Cálculo y Construcción de Estructuras de Madera.
3. Nestor Tancredi: Profesor Titular de Fisicoquímica en Facultad de Química, Responsable del Área de Energías Renovables (ER) del Instituto Polo Tecnológico de Pando (IPTP) desde 2013. Su línea de trabajo es la obtención de energía a partir de biomasa por métodos termoquímicos. Incluye pirólisis, carbonización y licuefacción hidrotérmica, torrefacción y pelletizado de biomasa, con vistas a la valorización de residuos agroindustriales y obtención de biocombustibles y bioproductos.

4. Silvia Bothig de Latitud especializada en biocombustibles y preservación de la madera Gestiona y coordina el Centro de Investigaciones en Biocombustibles (CIDEB) 2G, codirigido por Latitud y ANCAP cuya misión es introducir y desarrollar tecnologías propias para la producción de biocombustibles y otros productos de alto valor a partir de diversas materias primas

5. Fabiana Rey de Latitud Su área de especialidad es la Biotecnología Industrial aplicada a la energía, alimentos y medioambiente. Trabaja en el área de hongos comestibles.

La revisión bibliográfica se amplió también a sub productos no leñosos tales como corteza y hojas. Aunque la mayoría de los expertos se concentraron en la biomasa- madera. El uso dominante de hojas y corteza en eucalipto es la mineralización a campo sin ningún tipo de tratamiento su principal rol es devolver nutrientes al suelo. La revisión se amplió para identificar oportunidades comerciales aún en el proceso de descomposición y mineralización, pues es posible que un uso industrial de los subproductos sea factible sólo si el sistema de extracción de los mismos es mecanizado sin preclasificación, en este caso el costo de retorno de los nutrientes debería ser financiado por algún proceso intermedio.

Objetivo III evaluar el potencial de la comunidad de Cañas para incorporarse a las cadenas de biovalor. Se trabajó por un lado en base a información secundaria como el censo de población y vivienda y publicaciones afines para los datos demográficos. Por otro lado, las capacidades de los pobladores se infieren a través de una encuesta. Para cumplir este objetivo se convocó a los vecinos a un taller donde se explicó el proceso de producción que se daría en los próximos años, las formas habituales de vínculos laborales, el rol de los contratistas y los puestos de trabajo posibles de tomar dentro de esta arquitectura laboral. Los formularios fueron completados por cada persona pero para prevenir la posibilidad de dificultades por comprensión lectora las preguntas fueron leídas y además se ejemplificó para dar sentido de la pregunta dando tiempo a que cada asistente marcara la opción con la cruz. Para definir el criterio establecido para la respuesta se definió que si el sentido de la pregunta era claramente una aceptación la persona debía marcar SI en esa opción, si tuviera matices con el SI que le hicieran dudar, o si consideraba que la respuesta era NO debía marcar el NO. Muchos asistentes solicitaron ayuda a sus compañeros para definir las respuestas porque no se sentían seguros sobre que responder, hay respuestas individuales que responden a núcleos de opinión representativos de familias.

De los 21 asistentes 7 fueron mujeres y 14 hombres. La mayoría de los hombres se entrevistó en el curso de aplicación de agroquímicos del 29 de Noviembre, la mayoría de las mujeres en el taller de sensibilización del 30 de Noviembre. Se destaca que personas referenciadas como población de interés en el curso de agroquímicos asistieron luego al taller. Los formularios fueron completados sólo una vez es decir personas que asistieron a ambas actividades sólo la completaron la primera vez. Ambas actividades tuvieron la misma concurrencia de público en número aunque cambiaron los asistentes en una y otra.

La propuesta metodológica inicial era presentar la iniciativa, aplicar la encuesta y luego mantener entrevistas más extensas con los pobladores interesados en explorar más detalles. El taller se propuso en dos horarios mañana y tarde previendo la participación de vecinos que en la mañana no pudieran asistir. El taller de la tarde no contó con asistentes y los vecinos pidieron más tiempo para tener las entrevistas detalladas por lo que se acordó realizar otra instancia cuando la comunidad lo definiera.

Objetivo IV: Análisis de factibilidad comercial, financiera, logística y ambiental.

Se trabajó con mayor profundidad la factibilidad de la producción de leña de uso industrial pues esa actividad es la que podrían emprender en más corto plazo considerando sus conocimientos en corta

y dimensionado de madera. El resto de las propuestas se analizan sin incluir los detalles económicos. La herramienta usada es una matriz de ponderación con la asignación de ponderadores en forma subjetiva a la luz de los hallazgos de la investigación.

Se propone una actividad de intercambio sobre el valor asignado a los ponderadores y su pertinencia para los objetivos de los actores implicados. Luego del taller se reordena la matriz con los valores de consenso y los más mencionados a fin de evaluar el orden jerárquico final de las iniciativas.

Sin perjuicio de no desarrollar la factibilidad económica, para cada alternativa se identifican las inversiones o condiciones necesarias mínimas para que se pueda desarrollar la idea.

IV. Resultados

Objetivo I: Oferta de subproductos

Para identificar el volumen de subproductos que se tiene pos cosecha se tomaron los datos el informe de PROBIO, 2015 para el cual se define que el volumen en pie de una hectárea de eucalipto cosechado en el régimen de pulpa (para el estudio las áreas con E. dunni y lo híbridos de E. grandis cosechados a los 14 años de edad) aporta 132 t/ha de madera comerciable y 44 t/ha de subproductos donde la categoría ramas y punta fina aporta 17,6 t/ha.

Cuando se realizan raleos también en eucalipto, los subproductos son 18 t/ha, de las cuales 8 t/ha son ramas y punta fina.

Al realizar tala rasa para uso estructural, también en eucalipto, el aporte de subproductos es de 35 t/ha de los cuales 18 t/ha son ramas y punta fina.

Siguiendo igual razonamiento en el raleo de pino la oferta es de 18 t/ha con 10 toneladas de ramas y punta fina por hectárea cantidad variable en mas según las condiciones de mercado y la tala rasa de pino ofrece 70 t/ha de biomasa con 45 t/ha de punta fina y ramas.

Mientras en el eucalipto las ramas y punta fina se aproximan al 10% del volumen total en pie en el pino ese porcentaje pasa a ser del 21% porque las trozas de menos de 19 cm no tienen actualmente colocación comercial fluida y este es un problema de mediano plazo a atender con urgencia.

La oferta de residuos por categoría de manejo y edad se estima según hectáreas efectivas existentes, a cada hectárea se le asignó el volumen de residuos de punta fina proyectado de acuerdo a los datos del inventario de LUMIN para eucalipto y de acuerdo a PROBIO, 2015 junto con la proyección de oferta de madera del SAG.INIA para especie, edad y sitio. No se incluye el volumen de ramas.

Tabla I: Distribución por año de las plantaciones según especie, plan de manejo y volumen de madera de punta fina por hectárea efectiva.

Año de la proyección	Año de plantación de las especies en las que se realiza el tratamiento							
	EG Raleo año 14	EG tala rasa 16	ECL tala rasa 14 años	ED y EG tala rasa 14 años	PT raleo 19 años cosecha a los 26	PT tala rasa 22 años sin R	PT raleo 15 años	PT tala rasa 22 años con R15
2022	2008		2008	2008			2007	
2023	2009	2007	2009	2009			2008	
2024	2010	2008	2010	2010			2009	
2025	2011	2009	2011	2011	2007		2010	
2026	2012	2010	2012	2012	2008		2011	
2027		2011			2009		2012	
2028							2013	
2029	2015	2013	2015	2015		2007	2014	2007
2030						2008	2015	2008
2031						2009	2016	2009
Volumen de punta fina m3/ha	3,7	9,7	3,8	4,7	35,8	97,1	45,2	11,7

EG: *Eucalyptus grandis*, ECL clones de eucalipto, ED *Eucalyptus dunni*, PT *Pinus taeda*.

Oferta de predios de LUMIN

La oferta de LUMIN a cosechar en el 2022-2026 es exclusivamente de eucalipto, y las plantaciones tienen también oferta potencial de pino. Las especies que se trabajan se organizan en dos regímenes, un de raleos y tala rasa pinos y *E. grandis* de semilla y otro sólo de tala rasa *E. grandis* clonal y *E. dunnii*. El manejo previsto para *P. taeda* es raleo a los 14 y 18 años y tala rasa a los 22 años. Para *E. grandis* de semilla se prevé un raleo a los 14 años del 50% de la población y tala rasa a los 16 años pudiéndose extender a los 18 años. Para los clones de *E. grandis* y para el *E. dunnii* el plan de manejo es tala rasa a los 14 años cosechando el 100% de los individuos.

La superficie total objeto del proyecto por especie y año de plantación se presenta en la tabla 2

Tabla 2: Área efectiva forestada por año y por especie en hectáreas por año

AÑO	P. taeda	E. grandis semilla	E. grandis clones	E. dunnii	Pinus ha total /año	Eucalipto ha total /año	EDAD 2021
2007	230	986			230	986	14
2008	763	2.548	10	693	763	3.251	13
2009	170	1.712	339	547	170	2.598	12
2010		2.057	514	210		2.781	11
2011			475	-		475	10
2012		24	267	15		305	9
2013		53		76		129	8
2014			168			168	7
2015			17			17	6
2016						-	5
2017						-	4
2018						-	3
2019						-	2
2020						-	1
2021			1.115			1.115	0
Total por especie	1.163	7.380	2.905	1.541	1.163	11.826	

Los predios se agruparon según radio de distancia de 24 y 33 km, tomando como centro la localidad de Las cañas. La tabla 3.A, muestra la superficie por predio con eucalipto ubicado en un radio de 24 km de Cañas, la tabla 3.B lo hace para el radio de 33 km.

Tabla 3.A: Superficie de eucalipto ubicada en un radio de 24 km de Cañas según especie, año de plantación e intervención silvícola pautada entre 2022-2026

Predios en el radio de 24 km	Especie	Año plantación	Plan de manejo proyectado en predios con oferta efectiva			
			Superficie plantada ha	R 14	TR 16	TR 14
La Mansa-Macachin	<i>E. grandis (semilla)</i>	2008	1232,2	2022	2024	
Andrade-El Alijo-El cardenal1-El helecho_El Misto-Macachin-	<i>E. grandis (semilla)</i>	2009	719,5	2023	2025	
El cardenal 1 y 2-El laurel-Los ceibos-Paso real	<i>E. grandis (semilla)</i>	2010	814,6	2024	2026	
Macachin	<i>E. grandis (clonal)</i>	2008	5,2			2022
Celi-El cardenal 2-El misto-macachin	<i>E. grandis (clonal)</i>	2009	169,6			2023
El cardenal 2-El laurel-El misto	<i>E. grandis (clonal)</i>	2010	168,5			2024
El Pirincho 1 -El taruman	<i>E. grandis (clonal)</i>	2011	637,6			2025
El misto- Esperanza-La lechuza	<i>E. grandis (clonal)</i>	2012	163,4			2026
Celi-El cardenal 2-El Misto-Macachin	<i>E. dunnii</i>	2009	219,6			2023
Los ceibos Paso real	<i>E. dunnii</i>	2010	105,0			2024

(R 14): raleo en el año 14,; (TR 16): tala rasa en el año 16, (TR14) : tala rasas en el año 14

Tabla 3.B: Superficie de eucalipto ubicada en un radio de 33 km de Cañas según especie, año de plantación e intervención silvícola pautada entre 2022-2026

Predios en el radio de 33 km	Especie	Año plantación	Plan de manejo proyectado en predios con oferta efectiva			
			Superficie plantada ha	R 14	TR 16	TR 14
El sombrero -Born	<i>E. grandis (semilla)</i>	2010	52,9	2024	2026	
El pañuelo	<i>E. grandis (semilla)</i>	2012	23,7	2026	2028	
Born	<i>E. grandis (clonal)</i>	2010	85,5			2024
Lomitas	<i>E. grandis (clonal)</i>	2012	59,4			2026
Born	<i>E. grandis (clonal)</i>	2014	135,3			2028
Born	<i>E. grandis (clonal)</i>	2015	16,9			2029
El pañuelo	<i>E. dunnii</i>	2012	14,6			2026

(R 14): raleo en el año 14,; (TR 16): tala rasa en el año 16, (TR14) : tala rasas en el año 14

Finalmente, en la tabla 4 se presentan los predios con eucalipto que no van a integrar la oferta efectiva 2022-2026, pero que por ubicación y plan de manejo podrían integrar la oferta potencial a 10 años. Se estima que los de mayor área ya fueron manejados y los que tienen una superficie pequeña y se complementan con área de pino serán integrados a la oferta cuando se realice el manejo de los mismos.

Tabla 4: Predios en el radio de 24 y 33 km con eucalipto que no integran la oferta en 2022-2026

Predios en el radio de 24 km y 33km	Especie	Año plantación	Plan de manejo proyectado sin cosecha en 2022-2026			
			Superficie plantada ha	R 14	TR 16	TR 14
El benteveo- Araucaria -Micalea	<i>E. grandis (semilla)</i>	2007	765,3	2021	2023	
Posta del chuy-Teresita-Dali	<i>E. grandis (semilla)</i>	2008	41,6	2022	2024	
Asperezas-El Mirlo 1- La argolla	<i>E. grandis (semilla)</i>	2010	197,2	2024	2026	
La jerga- La argolla	<i>E. grandis (semilla)</i>	2013	39,7	2027	2029	
Asperezas	<i>E. grandis (clonal)</i>	2010	131			2024
Posta del chuy 1 y 2-Carlota y Zubalo	<i>E. grandis (clonal)</i>	2021	557,5			2035
Terseita-El Pirincho 2-Dali	<i>E. dunnii</i>	2008	346,6			2022
La jerga	<i>E. dunnii</i>	2013	38,1			2024

(R 14): raleo en el año 14,; (TR 16): tala rasa en el año 16, (TR 14) : tala rasas en el año 14 ; en negrita los predios ubicados en el radio de 33km

Finalmente en la tabla 5, se muestran los predios en el radio de 24 km con plantaciones de pino y para ellos se propone un plan de manejo posible en base a los informes publicados sobre todo para aquellos rodales que ya han excedido la edad teórica de manejo

Tabla 5: Localización de predios con *Pinus taeda* en un radio inferior a 24 km de las Cañas

Predios en el radio de 24 km	Plan silvicultural proyectado						
	Especie	Año plantación	Superficie plantada ha	R 14	R 16	TR 16	TR 22
Cambota-Benteveo	<i>P.taeda</i>	2007	32,3		2023		2029
Carlota-Dali-El benteveo-El pirincho 2-La mansa-Macachin-Posta del chuy 1 y 2-Teresita y Zubalo	<i>P. taeda</i>	2008	376,8		2024		2030
Celi- El Misto	<i>P.taeda</i>	2009	84,9		2025		2031

(R 14): raleo en el año 14, (R16): raleo en el año 16; (TR16): tala rasa en el año 16, (TR 22): Tala rasa en el año 22; (TR 14): tala rasas en el año 14

En base a la información de las tablas 2,3 y 4 se estimó la oferta de madera de punta fina para eucalipto en los próximos 10 años Los valores estimados que se informan deberán evaluarse a futuro con el inventario correspondiente y con la revisión del plan de manejo silvicultural. Para las hectáreas disponibles de pino de plantaciones 2007,2008 y 2009 se asume raleo a los 19 años en promedio (todos se ralean en 2027). La oferta de biomasa es de 35, 8 mcs/ha en este raleo bajo el supuesto que la integra toda el fuste de menos de 18 cm de diámetro. Como resultado en 2027 se tiene una oferta de 28 000 mcs de residuos y en 2031 de 7500 mcs. Como se observa en la tabla 6.

La siguiente actividad planificada para los pinos es la tala rasa a los 22 años, la que según la proyección realizada ofrece de biomasa, en iguales condiciones que la anterior, de 97,1 mcs/ha.

Para los predios con eucalipto se asume plan de manejo según edad de plantación, para aquellos rodales con fecha prevista de intervención de raleo 14 que debiera ocurrir entre 2021 y 2023 se hace el supuesto que las intervenciones ya fueron realizadas, para los que tienen fecha entre 2024 y 2026 se asume serán realizadas en 2027-2028-2029 respectivamente. Los raleos 14 años aportarán según la estimación de la tabla 2, 3,7 mcs/ha. La tala rasa de los predios a los que se supone ya fueron hechos raleos se realizará en 2027 , los que se ralean en 2027-2028 y 2029 serán cosechados dos años después, en todo caso la oferta será de 9,7 mcs/ha. En el caso de *E. grandis* clones y *E. dunnii* cosechado en tala rasa aportarán 4,7 mcs/ha de punta fina.

La síntesis de estas proyecciones de corto plazo y estimaciones para el segundo quinquenio está en la tabla 6

Tabla 6: Oferta potencial de biomasa de punta fina post cosecha por año en metros cúbicos por año de la empresa LUMIN

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Residuos eucalipto planificado	1795	2184	3554	2981	326					
Residuos eucalipto estimado						11 000		2700		
Residuos pino estimado						28000				7500

La distancia por camino vecinal para llegar a los predios es un factor a analizar por las exigencias de flete para el transporte de la madera y sobre todo la demanda de tiempo en la movilidad diaria de los pobladores de Cañas. La tabla 7 organiza la oferta anual según predio al que se le estimó además la distancia a recorrer por camino vecinal o ruta. Se estiman además la oferta en metros cúbicos y toneladas a los efectos de facilitar la estimación de costos de flete.

Tabla 7: Oferta de residuos de punta fina de eucalipto por año, predio y distancia a Las Cañas en metros cúbicos sólidos y toneladas oreadas (1mcs=0,6 t) de la cosecha 2022-2026.

Año de intervención	Nombre	Distancia a las cañas	Residuos por predio mcs	total anual mcs	total anual toneladas
2022	MACACHIN	5 km	1795	1795	1077
2023	MACACHIN	5 km	90	1776	1065
	LA MANSA	27 km	267		
	EL ALIJO	22 km	145		
	EL PAÑUELO	50 km	178		
	EL TARUMAN	13 km	412		
	BORN	42 km	291		
	EL CARDENAL 1	32 km	128		
	EL CARDENAL 1	32 km	167		
2024	CELI	15 km	98	1964	1178
	BORN	42 km	34		
	EL CARDENAL 1	32 km	427		
	EL CARDENAL 1	32 km	134		
	EL LAUREL	15 km	318		
	EL MISTO	25 km	74		
	ANDRADE	22 km	411		
	LOS CEIBOS	25 km	152		
2025	EL PIRINCHO 1	22 km	413	2981	1788
	EL HELECHO	18 km	628		
	PASO REAL	16 km	1354		
	EL CARDENAL 2	33 km	279		
	ESPERANZA	30 km	214		
	LOMITAS	60 km	291		
2026	LA LECHUZA	27 km	215	326	195,6
	EI PAÑUELO	50 km	326		

El volumen anteriormente informado corresponde a punta fina, si se trabaja en retiro de todo el material debe incrementarse los valores por lo menos en un 30%.

Oferta potencial adicional en el área

La oferta potencial se compone de la oferta de predios de LUMIN, que no integra el actual plan de cosechas quinquenal ya estimada para el período 2027 -2031 en la tabla 6 y la oferta de los predios adyacentes en el área que no son propiedad de LUMIN.

Dentro del buffer de 24 y 33 km señalado por LUMIN como potencial oferta al proyecto Las cañas se ubican predios de otras empresas forestales, entre ellas se puede identificar a Cambium y su fideicomiso Montes del Este y Agroempresa Forestal que administra el fideicomiso Bosques del Uruguay III. Con la información publicada disponible se puede inferir que en la zona hay 12900 ha de pino con fechas de plantación comprendidas entre 2008 y 2016; además 27400 ha de eucaliptos para uso estructural se asume *E. grandis* sin discriminar clones de semillas plantados entre 2007 y 2016 y 1600 ha de plantaciones de *E. dunnii* del año 2010.

En base a las hectáreas, año de plantación, plan de manejo y volumen de residuos según plan se estimó la oferta anual de residuos de pino y eucalipto que se puede extraer de la fracción punta fina. En promedio la oferta de residuos es un 51% de origen pino y un 47% origen eucalipto, y los años con mayor oferta serían 2023 y 2026 por estar concentrada en esa época las plantaciones. Los resultados se presentan en la tabla 8

Tabla 8: Oferta anual potencial de residuos de predios ex LUMIN según manejo en mcs /año y los totales en miles de mcs /año

Año de la proyección	Metros cúbicos por año de residuos exLumin					
	EG Raleo año 14	EG clones y tala rasa 16	ED tala rasa 14 años	PT raleo 15 años	PT tala rasa 22 años con R15	Oferta total anual en miles de mcs
2022	3.014					3
2023	13.808	141.620		45.494		201
2024	381	15.801	7.741			24
2025	1.741	72.401		93.767		170
2026	1.297	1.998		146.154		151
2027		9.128				11
2028		6.800				7
2029						2
2030	3.363				23.552	29
2031				5.831		8

EG: *Eucalyptus grandis*, ED *Eucalyptus dunnii*; PT *Pinus taeda* R15 raleo en el año 15

Finalmente la tabla 9 sintetiza la oferta potencial anual del conjunto de predios en un radio de 33 km de Cañas,

Tabla 9: Oferta planificada de madera de punta fina de LUMIN en mcs/año y estimación de subproductos de predios de LUMIN y ex LUMIN en miles de mcs/año en los próximos 10 años

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Residuos eucalipto planificado m3/año	1795	2184	3554	2981	326					
Residuos eucalipto estimado (miles m3/año)	3	155	24	74	3	20	7	3	3	
Residuos pino estimado (miles m3/año)		45		94	146	28			24	13
TOTAL año(miles m3)	4,7	202	28	299	475	48	7	3	27	13

La oferta se presenta distribuida en forma heterogénea, la presencia de un destino industrial para los trozas de entre 18 y 8 cm de diámetro en punta fina en pino seguramente disminuya la oferta global. Normalmente esa fracción se puede procesar en algunos aserraderos especializados en diámetros finos para posteriormente elaborar tableros tipo CTL o, entran en industrias de molienda para usar la fibra en procesos de madera reconstituida o como materia prima de industrias químicas. En la actualidad la tracción de la cadena depende sólo de la industria estructural que emplea diámetros mayores a 18 cm en punta fina. En forma global la media anual disponible de residuos derivados sólo de la punta fina es de **110 mil metros cúbicos por año** y 50% sería derivado de latifoliadas y 50% derivado de coníferas.

Finalmente se muestra la distribución territorial de los predios a intervenir entre 2022 y 2026 en referencia a Cañas con la red de caminos vecinales que comunican los predios:

Cosecha 2022: Sólo un predio, Macachín a 5 km de Las cañas

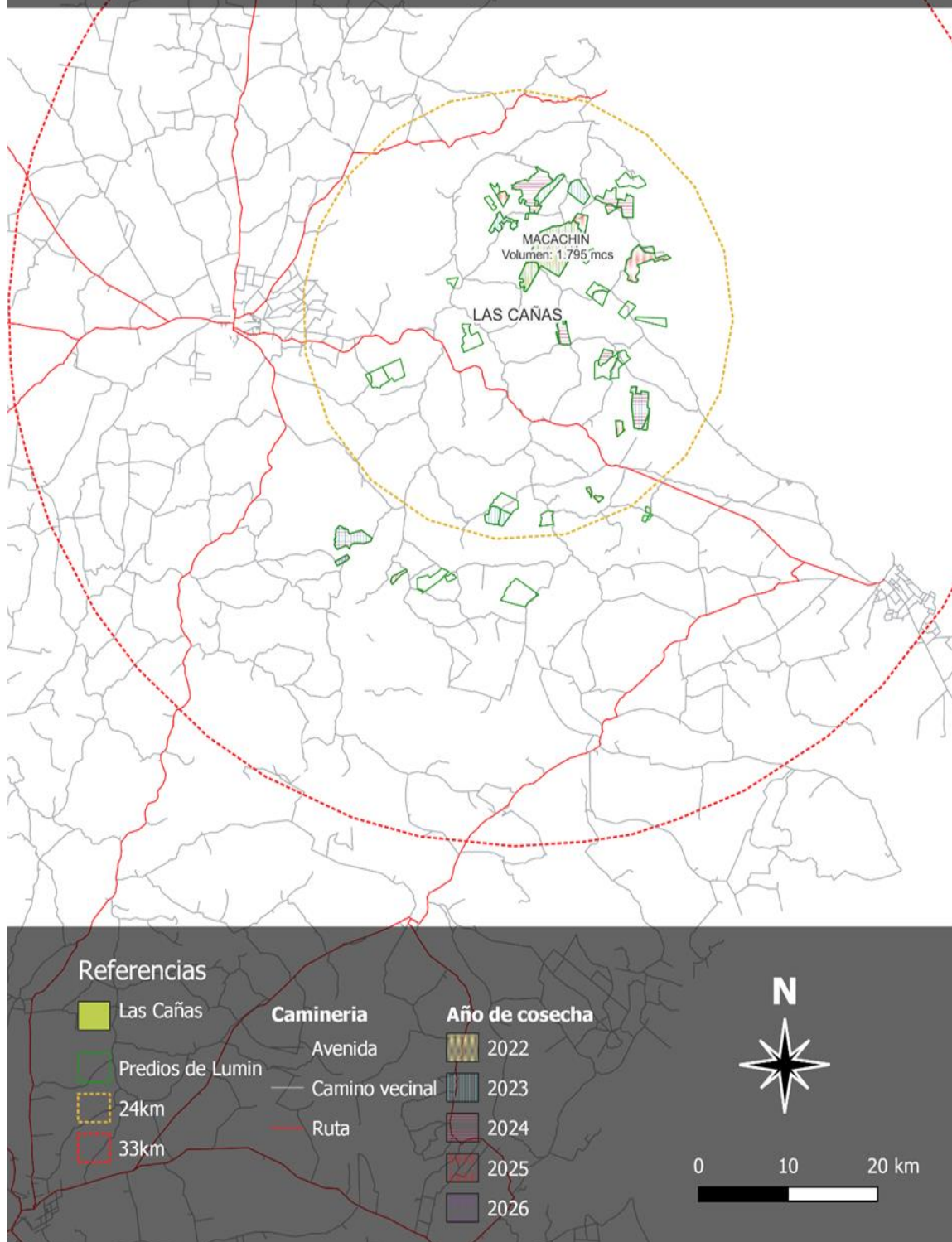
Cosechas 2023: Predios EL PANUELO, EL TARUMAN, BORN, MACACHIN, EL CARDENAL I, CELI, LA MANSA. EL ALIJO distancia entre 5 y 50 km de Las cañas.

Cosecha 2024: Cosecha en los predios BORN, EL CARDENAL I, EL LAUREL, EL MISTO, ANDRADE, LOS CEIBOS, EL PIRINCHO I. Distancias entre 15 y 45 km de Las cañas

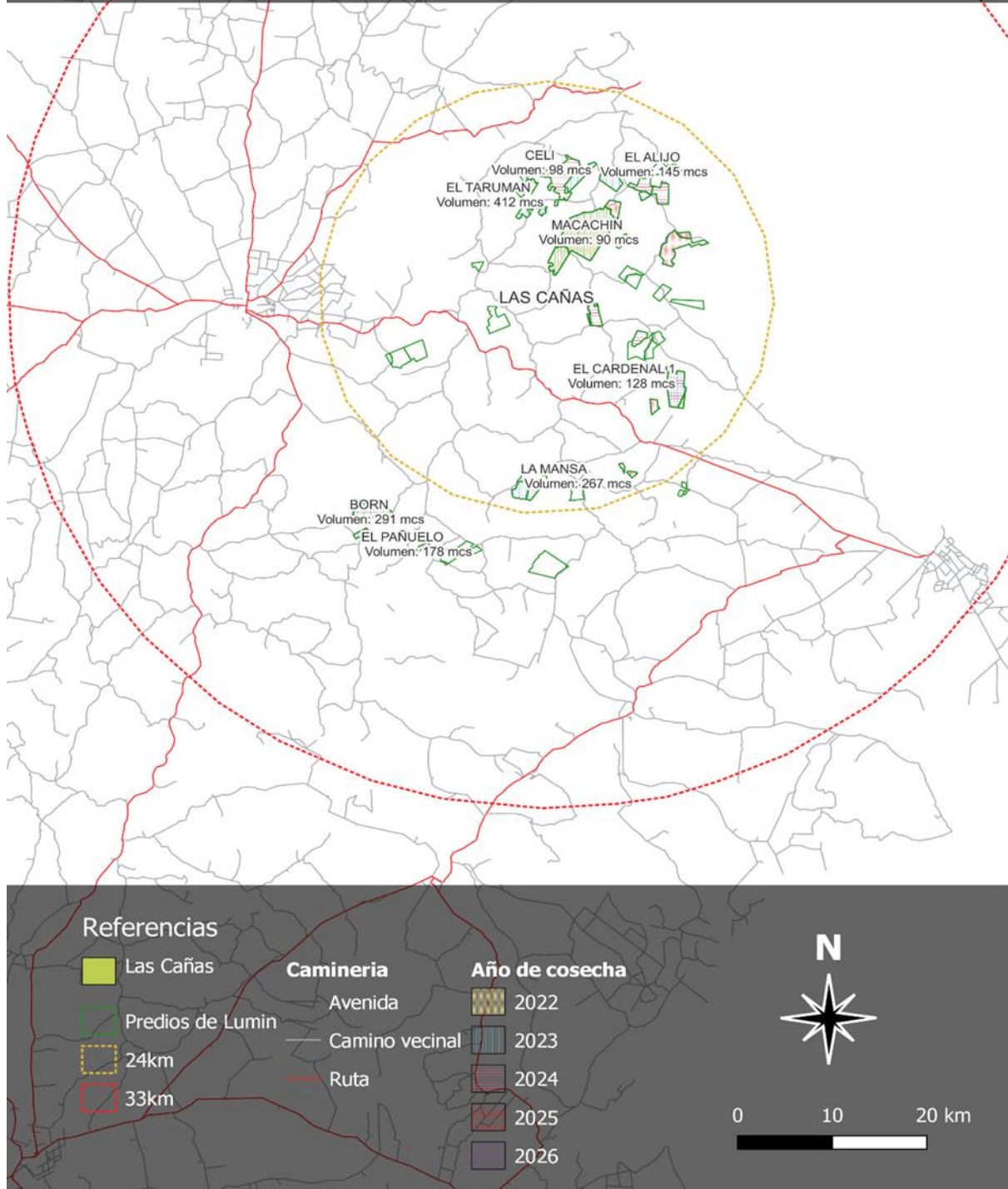
Cosecha 2025: Predios EL HELECHO, PASO REAL, EL CARDENAL 2, ESPERANZA, LOMITAS, LA LECHUZA, las distancias de estos predios están entre 18 y 60 km

Cosecha 2026: es un solo predio EL PAÑUELO ubicado a 50 km

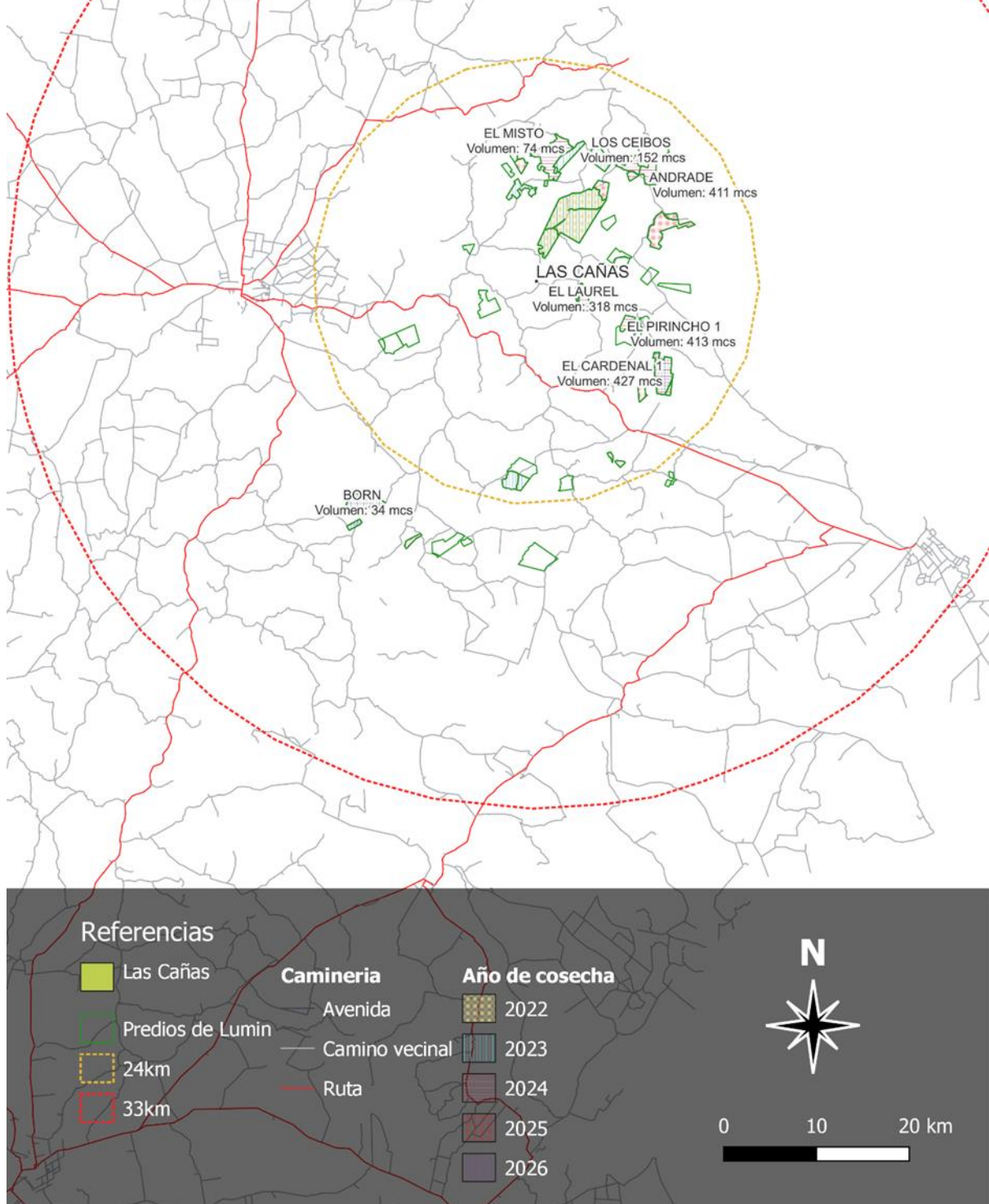
Oferta de biomasa para el año 2022



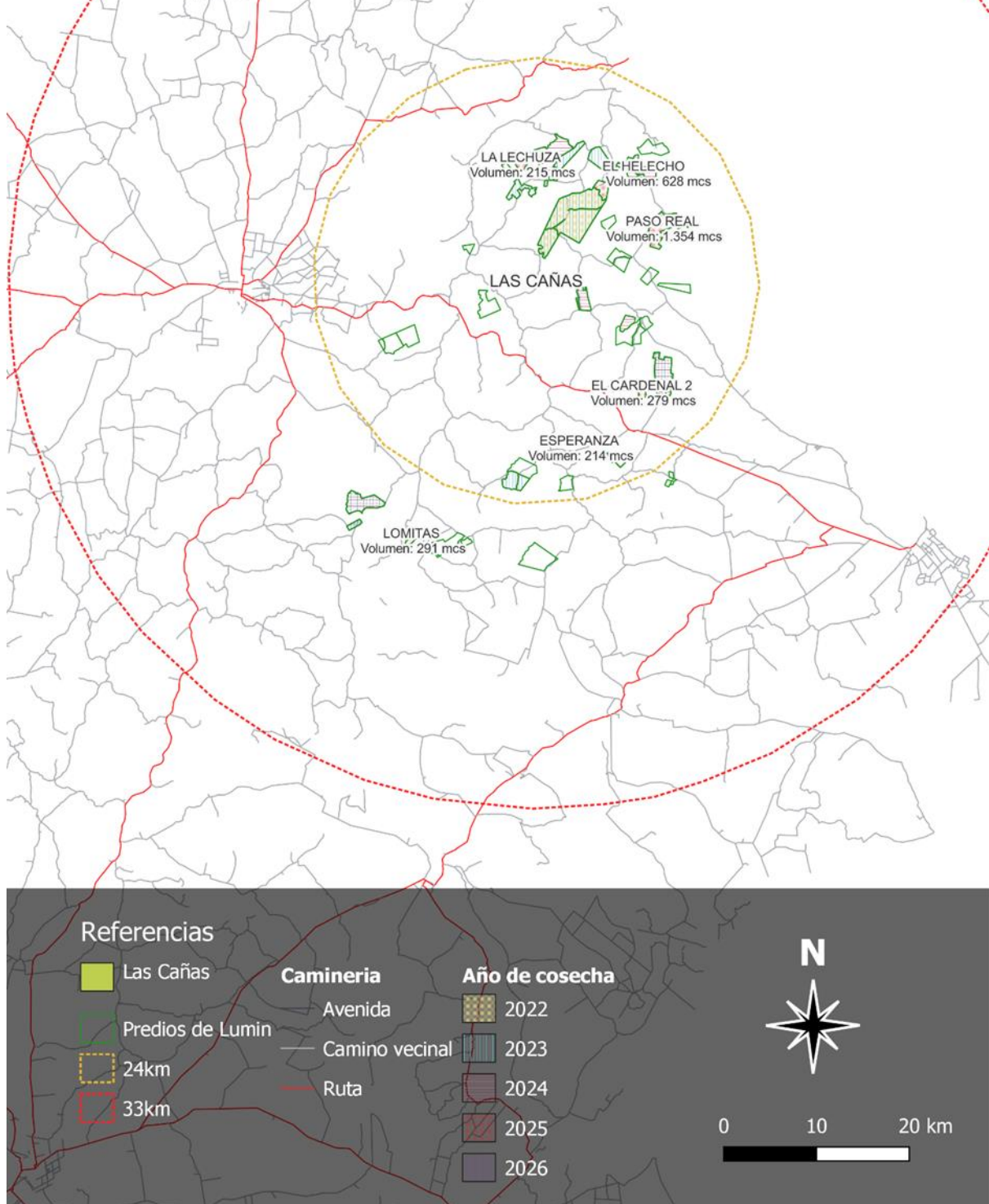
Oferta de biomasa para el año 2023



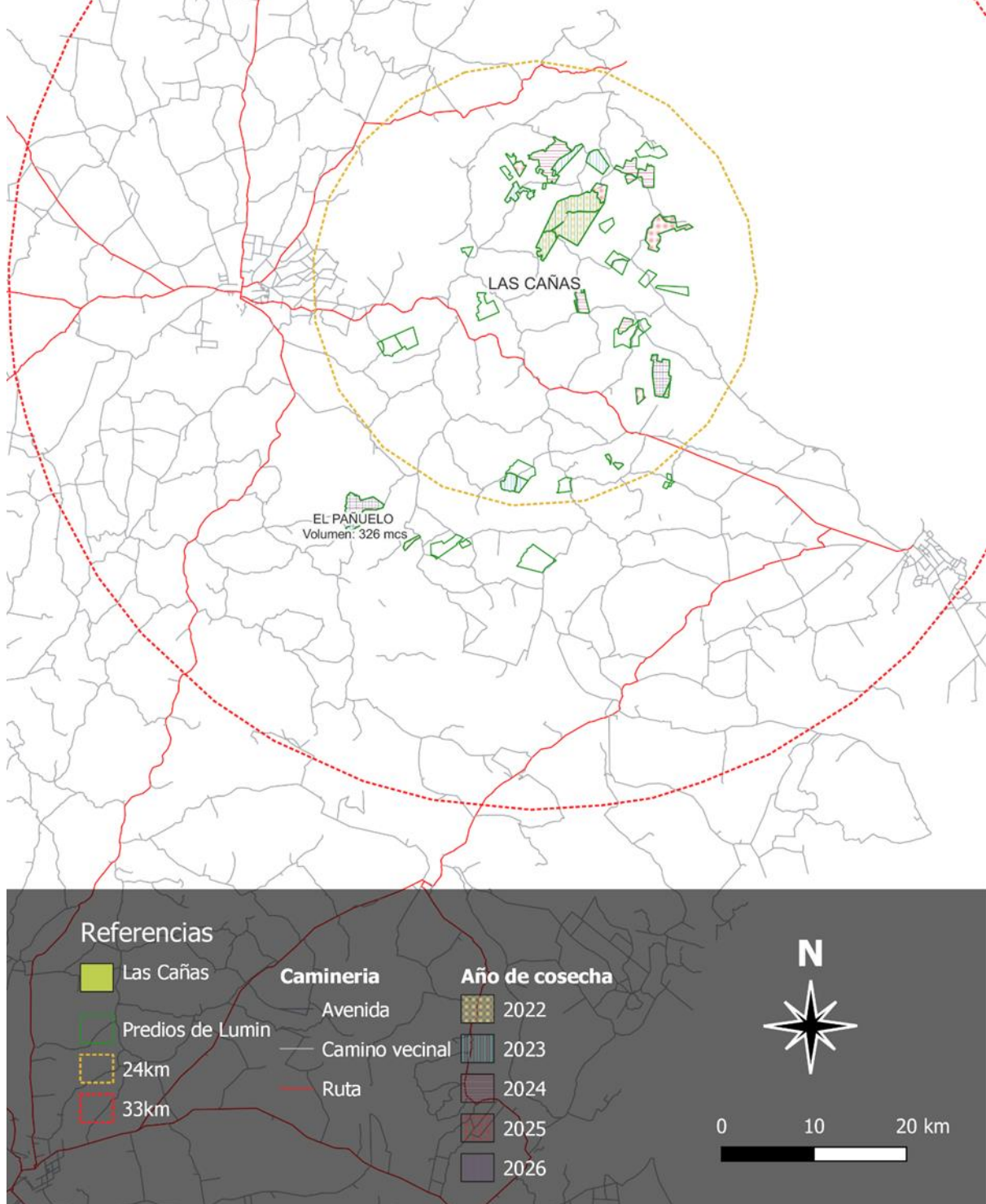
Oferta de biomasa para el año 2024



Oferta de biomasa para el año 2025



Oferta de biomasa para el año 2026



Objetivo II: Alternativas de uso de los subproductos

Las alternativas de uso se pueden organizar en tres grupos según el tipo de producto final y proceso técnico dominante:

1. **Energía:** el objetivo es generar productos simples de rápida comercialización mediante la transformación física y/o térmica de los subproductos para generar combustibles aptos para cualquier tipo de caldera industrial o residencial. En esta alternativa se incluye leña industrial, chips, pellets, pellets torrefactados, carbón y carbón activado.
2. **Transformación biológica:** el objetivo es conservar el carbono sin liberarlo a la atmósfera por quema y facilitar la devolución de los nutrientes al sitio forestado en compuestos que no acidifiquen el suelo y que sean biodisponibles para la nueva plantación en un tiempo menor a la mineralización natural. En esta línea se encuentra el compostaje en condiciones controladas, el uso de hongos lignívoros que degradan los trozos leñosos y ofrecen carpóforos comestibles.
3. **Transformación física** mediante corte longitudinal de piezas de pequeño diámetro con aserraderos especializados a efectos de agruparlas luego en tableros, o el zizallamiento del tronco en forma longitudinal para generar lana de madera que luego se integra en paneles aislantes.

Al realizarse la cosecha del rodal dependiendo de la especie y del mercado comprador de trozas siempre queda material leñoso en el sitio (punta fina que no cumple con los requisitos de la industria instalada y ramas) pero también, hojas y corteza. Estas dos últimas mencionadas tiene el rol de devolver minerales y materia orgánica al suelo integrándose en el ciclo biogeoquímico de nutrientes.

La bioeconomía de base forestal en definición del Consejo Sectorial Forestal es:

“La incorporación de tecnologías y procesos innovadores, que maximiza el uso eficiente de los recursos a través de una producción diversificada que contribuya al crecimiento económico y al desarrollo social descentralizado, promoviendo la sostenibilidad ambiental “

Siguiendo esta línea de análisis, toda la biomasa producida en el cultivo debe integrarse en una cadena de valor que permita el desarrollo social y beneficie a las comunidades locales por la prestación de servicios y productos además de brindar oportunidades de trabajo. Este proceso de uso intensivo debe garantizar el cuidado de los recursos naturales como el suelo y la calidad del aire.

Los productos que aún no cuentan con un claro eslabón dentro de la cadena de valor son los extremos apicales con un diámetro máximo de 0,08m aportado por los cultivos de *E. dunnii*, *E. grandis* y clones, las ramas y ramillas provenientes del desrame, la corteza y las hojas. En un horizonte de 10 años se incorpora además la oferta de trozas puntas y ramas de *Pinus taeda* con un diámetro máximo de 0,19 m y en lugar de hojas acículas. Los anteriores mencionados son sobre superficie quedando debajo todo el sistema radicular.

Del punto de vista ambiental raíces, corteza y hoja son fuente de minerales y se asume que su valor está en la reincorporación de los minerales extraídos por el árbol y el agregado de materia orgánica al ciclo biogeoquímico. Como pros se ahorra costos de fertilización y agregado de sustancias químicas de origen inorgánico al suelo, se aumenta el contenido de materia orgánica en superficie y profundidad. Como contras se entiende que dichos residuos acidifican el suelo en los primeros centímetros y afectan el desempeño de las pasturas en caso de un uso pastoril posterior, afectan el laboreo hasta tanto se descomponga todo el material leñoso enterrado.

En cuanto a la fracción leñosa superficial, que es el mayor volumen de la biomasa residual, se compone en promedio de 50% de carbono (C), un 42% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y el 2% restante

de nitrógeno (N) azufre, fósforo, calcio, potasio, boro, magnesio, hierro y otros oligoelementos. Los carbohidratos se organizan en celulosa, hemicelulosa y lignina, existiendo además compuestos volátiles como taninos, resinas y otros compuestos cíclicos que son usados por el árbol como barreras de protección contra agentes bióticos mientras está vivo y que ralentizan el proceso de mineralización luego de su cosecha. La composición química de estos materiales los hace buena fuente de energía y por otra parte, son piezas que mantiene su estructura por largo tiempo ocupando el espacio necesario para una nueva rotación. El uso tradicional es su uso energético como leña en calderas industriales y comerciales, pero la factibilidad económica de este reaprovechamiento depende del volumen comercializado, los costos asociados a la logística de abastecimiento y de la distancia al consumidor.

1.1 SUBPRODUCTO BIOMASA-MADERA COMO FUENTE DE ENERGÍA

El uso energético de la madera es el más extendido, aprovecha la liberación de energía asociada a la oxidación de los azúcares que conforman la madera. Estos azúcares se forman mediante la reducción electrolítica del gas atmosférico CO_2 y del agua obtenida del suelo, en el proceso de fotosíntesis. La combustión libera energía, CO_2 y vapor de agua y deja un residuo mineral en la ceniza. El uso energético no altera la calidad nutricional del suelo, ya que sólo contiene el 2% de su volumen en minerales. Pero hay que observar que en el caso de ramillas, ramas y puntas finas se retira también la corteza y ésta tiene mayor contenido de nutrientes.

Las formas que tiene este subproducto de integrarse al circuito comercial energético, ordenadas de menor a mayor transformación son, trozas para leña, carbón, astillas (chips) oreadas, pellets, pellets torrefactados, y bio-refinerías para la producción de gas, etanol e hidrocarburos aromáticos.

LEÑA

Cuando se usa como energía en forma directa (como leña) su valor es función del contenido de humedad y el comprador la seleccionará en función de la tecnología de sus equipos para la quema (que posea recirculación de gases o no, con filtros para el material particulado o no, con equipamiento anticorrosivo o no).

Para el uso energético más conveniente la biomasa debe tener una humedad relativa inferior al 30% (humedad relativa es la relación entre la masa de agua contenida por kilo de materia seca), si la humedad de la madera es mayor para que exista conversión energética primero se debe evaporar el agua contenida en la madera y luego se obtendrá el calor. Si la biomasa está húmeda requiere un acondicionamiento previo que consume energía y por tanto eleva el costo del recurso.

Al producirse la combustión se libera además de CO_2 distintos compuestos asociados al nitrógeno y azufre, NO_x y SO_x , y micro partículas en suspensión que pueden reducir la calidad del aire. Del punto de vista de la sostenibilidad la quema de la biomasa puede ser catalogada como fuente renovable pero no necesariamente energía limpia. Del punto de vista comercial sin embargo es una fuente de ingresos rápida y estable. Un importante residuo del proceso cuando se usa como madera directa (leña o astilla) son las cenizas y este residuo debe encontrar colocación. En el trabajo de Falcon y Rogel (2016) se evaluó el uso de la ceniza como corrector de suelos y fertilizantes en plantaciones de pino sobre suelos de Rivera. Los resultados obtenidos indican que las cenizas aportan por orden de importancia Ca, K, Mg y Na con muy bajas cantidades de P. y no se reportaron efectos sobre las condiciones físicas del suelo luego de su aplicación.

La demanda industrial de madera no está en Cerro Largo, las industrias que consumen su producción de rollizos están en Tacuarembó, Fray Bentos o Colonia o se exportan vía Montevideo. Según BID (2018) en Uruguay el transporte hacia las plantas de celulosa implica un costo de 34 USD t/km con un recorrido promedio de 256 km y la industria de aserrío entre departamentos tiene un costo de

28 USD USD. t/km con un recorrido de 236 km en promedio. El transporte de leña tiene un costo de 31 USD t./km con un circuito promedio de 245 USD.t./km Por otra parte casi el 10% de la madera que entra para leña o va a la exportación como rollizos hacia Montevideo circula por la ruta 8 y proviene de Maldonado, Rocha, Lavalleja y Treinta y Tres. La madera de Cerro Largo accede a Montevideo por ruta 7. Casi el 50% del costo de la materia prima para celulosa es el transporte en camión. Por tanto uno de los aspectos a considerar es que el producto a transportar tenga en el mercado mayor valor que el costo asociado a procesamiento y flete.

Para las categorías leñosas sin destino definido, la demanda habitual se orienta a la leña industrial en trozas de 1 a 2,2 metros de longitud con un diámetro promedio de 20 cm. Las trozas son largas para reducir el consumo de combustible en el dimensionamiento y se buscan de diámetros sustantivos para que exista mayor rendimiento en la carga manual de la caldera. La manipulación es crítica y la factibilidad de uso dependerá de la homogeneidad en diámetros y largo.

En el caso de los subproductos post cosecha se agrega como factor crítico la dispersión del material leñoso y el bajo rendimiento por hectárea. La recolección manual de esta fracción es costosa y no resulta atractiva para operadores comerciales de leña. Puede ser una oportunidad para PYMES que operen con menores expectativas de rentabilidad o que funcionen en entornos donde el nivel de ocupación de la mano de obra circundante es muy bajo. En ese caso puede presuponerse un bajo costo de oportunidad del trabajador y la opción de retiro manual de la biomasa madera leñosa para su venta puede ser una alternativa atractiva de ocupación.

El inicio de las actividades relativas a los subproductos depende de la finalización de la cosecha y la extracción de las trozas comerciales. La extracción manual de las ramas y punta fina implica el recorrido a pie del área de cosecha, seleccionando los residuos de interés, dimensionándoles con el auxilio de motosierras y cargando los trozos sobre un vehículo que los llevará a borde de camino o punto de acopio a fin de completar el volumen de carga de un camión.

La extracción manual requiere de elementos de corte (motosierra, hacha, machete), elementos de apoyo para el transporte de los trozos en el interior del monte, y camión para el transporte al sitio de consumo final. Es un proceso mano de obra intensiva que requiere poca inversión de capital. Es un proceso adecuado para seleccionar subproductos a destinos diferentes cuando hay más de un mercado posible

La velocidad de avance por persona es muy variable pero difícilmente mayor a 1 hectárea por hora en el caso de residuos apilados en la entre fila. Por estimación personal se considera una velocidad de avance caminando de 4,5 km/hora en un ancho de trabajo de 3 metros correspondiente a rameros apilados en la entre fila distribuidos cada 7 metros (equivaldría a 1,35 ha de rameros/hora en despeje manual y a un área efectiva de 4 ha). Ubicado el trozo debe liberarlo de ramas finas posicionarlos para el corte, cortarlos y apilarlos en la línea para su posterior extracción. La capacidad de dimensionado con la motosierra se asume en 1,8 mcs/hora por operador en base a rendimientos de cosecha, pero debe considerarse que los trabajadores potenciales deben capacitarse y adquirir destreza y el valor deberá medirse *in situ*.

En base a este supuesto y considerando jornadas de 8 horas totales (6 horas efectivas) podría disponer a borde de camino con el apoyo de 3 personas 1,25 mcs de leña industrial por hora. **cada 4 personas involucradas en el equipo se lograría recuperar 7,5mcs/J de leña industrial y 180 mcs cada 25 jornadas trabajadas.** Asumiendo que es posible colocar el mcs de leña a 50 USD en la planta industrial el ingreso bruto por persona llegaría a 95 mil pesos valor al que se le debe descontar combustibles, fletes y hacer una reserva para repuestos y equipos. El trabajo en equipo puede implicar un primer operador que exponga los trozos maderables, un segundo actor que corte los trozos y uno

o dos que carguen lo cortado a un transportador intermedio para llevarlo a punto de acopio para retiro del camión.

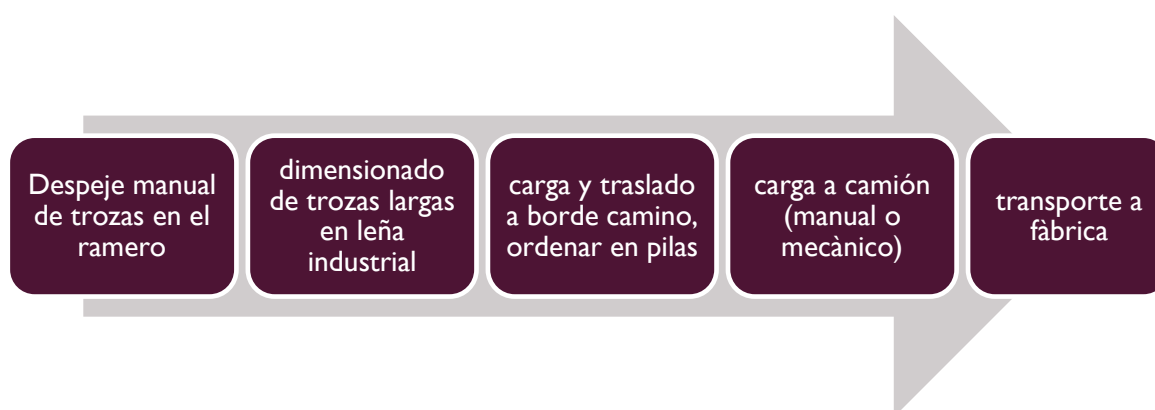
El plazo desde el inicio de la cosecha hasta que queden liberados los territorios para su reaprovechamiento depende del destino comercial de las trozas. La cosecha para industrias de celulosa, es hoy mecanizada y en un mismo momento se procede a la corta, descortezado, desrame y troceado del árbol, los trozos se organizan en gavillas en el suelo en general sobre los residuos y alineados sobre las filas para facilitar el oreo inicial. Luego mediante un cargador forestal se levantan y apilan al costado de los caminos donde circulan camiones para continuar el oreo en pilas de 4 o 5 metros de altura y largo variable (15 a 20 metros). Esta etapa finaliza cuando el contenido de humedad sea el adecuado para el mejor rendimiento en el ingreso a planta. La duración de la faena con la madera distribuida puede llevar unos 3 meses y el plazo para que se retire toda la madera de las pilas sobre camino puede llevar 6 o 7 meses.

Considerando el esquema anterior una cuadrilla de reducción de residuos podría ingresar con seguridad a los rodales una vez retirada toda la madera comercial aproximadamente 3 meses luego del inicio de la cosecha. Este sistema ocurriría en tala rasa de eucalipto con destino a pulpa.

Los rodales con raleo o tala rasa en el cual hay parte de madera para elaboración el retiro de la troza es más rápido. Por esta razón se cosecha y mediante cargador forestal que carga las trozas a camión se retira la madera antes de que finalice la semana de inicio de la cosecha. Parte de las trozas grandes que muestran rajado en los extremos más allá del largo permitido en la industria pueden ser derivadas a aserrado pero sin son muy pocas y no hay camiones cargando con ese destino pueden quedar en la fracción residuos.

Al considerar ramas y punta fina se tiene el inconveniente de piezas pequeñas y no necesariamente homogéneas y ello puede determinar menor valor por metro cúbico o tonelada respecto a la leña tradicional, este factor puede reducir el radio de abastecimiento para la factibilidad del negocio. Los subproductos son poco densos, es decir se completa antes el volumen máximo admisible que el tonelaje máximo permitido en cada viaje.

El esquema del proceso sería el siguiente



FARDOS Y ASTILLAS

Una alternativa a este inconveniente es densificar el residuo. La primer opción es coleccionar los subproductos como fardos (bundles) compactados donde se mezcla ramas, ramillas y hojas, estos

fardos se destinan a alimentar una estación de astillado (móvil o estacionaria) que vuelca las astillas sobre una zaranda para uniformizar en tamaño y las astillas resultantes se ofrecen a plantas industriales que tienen calderas con sistemas de alimentación automatizados.

El tamaño de astilla admitida es decisión del comprador en función de su equipo de alimentación para la caldera o gasógeno. Por el proceso de producción los tamaños de astilla son variables en dimensión el zarandeado permite homogenizar la producción y se establecen porcentajes de tolerancia para los tamaños muy fino o muy gruesos.

Como referencia de los tamaños posibles el trabajo de Jofré, M (2021) aporta información para astillas de E. globulus según la norma UNE-EN ISO 17225-4 para España. La norma establece clases de calidad de las astillas en función de los parámetros definidos como factor principal (rango de tamaño que debe tener más el 60% del volumen de la masa), porcentaje de fracción gruesa en la masa (define el mínimo tamaño en no más del 6% de la masa), máxima longitud de partícula y área de la sección transversal de la fracción gruesa. Las clases por granulometría van desde la P16 con un factor principal de 3,15 a 16 mm, un 6% máximo de la masa con tamaño superior a 31 mm, una máxima longitud de 45mm y una sección transversal no mayor a 2 cm² hasta un máximo definido en la clase P63 con un factor principal de 3,15 a 63 mm, un 6% máximo de la masa con tamaño superior a 100 mm, una máxima longitud de 350mm y una sección transversal no mayor a 6 cm². La Norma además establece una humedad a la recepción entre <10% (A1), <35% (A2) y > 35% (A3) y un contenido de cenizas en base seca <1,0% (A1), <1,5% (A2) y < 3,0% (A3).

El autor seleccionó para su estudio la clase de granulometría P45 con un factor principal de 3,15 a 45 mm, un 6% con un tamaño mayor a 63 mm, una longitud máxima admitida de 350 mm y la sección transversal no mayor a 6cm². por humedad y cenizas la selección dentro de la clase A2, según UNE-EN ISO 17225-4 aptas para la producción de energía eléctrica a partir de biomasa.

Las ramas y puntas entran con un contenido de humedad variable pero mayor al 30% según el plazo transcurrido entre cosecha y astillado, dependerá del comprador el grado de tolerancia asociada a la disponibilidad de cancha para el oreo. Las astillas producidas ocupan menos volumen que las ramas y el flete por tonelada y kilómetro se abarata. La empresa leñera en general entrega a la planta industrial astillas y esta alimenta la caldera con un sistema automático, aunque puede acordarse la entrega de los fardos solamente y la empresa receptora realiza el proceso de astillado.

La venta de astillas tiene mayores desafíos logísticos ya que las astillas húmedas inician un proceso de bio- deterioro que incluso pueden provocar incendios. Las plantas receptoras deben consumir grandes volúmenes en forma continua, si no tienen un circuito rápido de alimentación se deben secar.

El secado y el astillado aumentan los costos por tonelada del material que ingresa a la caldera, la decisión de astillar depende del punto de equilibrio entre los costos de manipulación de trozas vs los costos fijos del astillado, secado y auto alimentación de la caldera. La distancia y el consumo de biomasa industrial es un factor crítico para aceptar la alternativa.

La extracción de la biomasa distribuida en el terreno tanto para su uso como leña o astillas puede ser manual, semi mecanizada o mecanizada. La manual es la que exige menos inversión en bienes de capital y mayor esfuerzo de la mano de obra, la relación se invierte cuando mayor la mecanización.

Un segundo aspecto de la extracción además del costo es el grado de selectividad, la extracción manual es la de mayor eficiencia para seleccionar y dejar las fracciones de interés para el reciclado de nutrientes en el sitio (corteza, hojas, ramillas) a mayor mecanización, menor selectividad y mayor monto de inversión posterior para su restitución.

Los procesos semimecanizados tienen menor costo unitario y una selectividad variable según la opción logística de la extracción. Esta alternativa permite graduar la inversión de acuerdo a la combinación de equipos, aumentan la productividad por hectárea y minimizan el esfuerzo humano en el proceso. Al tener mayor inversión en bienes de capital es preciso asegurar un volumen mínimo de colocación para cubrir el punto de equilibrio. El volumen a consolidar en un contrato será tanto mayor cuanto menor sea el precio en planta del chip y cuanto más alejado se esté del centro de consumo. En el caso de Cerro Largo la alternativa local de producción de astillas se enfrentaría a poca demanda.

Según URSEA de los operadores registrados con calderas a biomasa en Cerro Largo, 4 son equipos pequeños y 2 medianos entre estas últimas están Minerva Foods en Melo y Paso Dragón SA en Placido Rosas que es mixta en el caso de la primera y la segunda se abastece de cáscara de arroz.

Dependiendo de donde se realice el picado es posible clasificar el material por tamaño y dejar la biomasa en el sitio o integrarla a otros procesos. Elvers y Arbriza (2018) describen varios caminos para procesar el material:

1. Astillado en campo: con astilladora móvil, se avanza sobre terreno con un forwarder que carga el material para alimentar la astilladora y esta vierte el picado en un contenedor. El contenedor puede volcar lo recogido en otro contenedor que mediante cinta lo eleva a una zaranda que clasifica por un lado las astillas y el resto de biomasa fina. Las astillas son cargadas a camión y de ahí a planta consumidora. Requiere residuos apilados ordenadamente, se procesan residuos frescos con alto contenido de humedad. La ventaja es que requiere menos máquinas y la organización del trabajo se simplifica. Pero la carga tiene más peso debido al contenido de residuos húmedos. El resto de hojas y ramillas puede ir a compostaje o distribuirse en el predio.
2. Astillado a orilla de camino: en este caso se trasladan los restos a orilla del camino, en este punto se pueden dejar para orear y luego se astillan en una planta semi estacionaria. La carga de los materiales a la astilladora se puede hacer con un forwarder adaptado para poder cargar más volumen por movimiento ya que tienen poco peso. Si se emplea pino este proceso de oreo ya deja las acículas en el campo. Cuando hay volumen suficiente se carga a camión. Como punto crítico requiere un lugar de acopio bien ventilado. La energía para el chipeado se puede obtener de la toma de fuerza de tractor o camión. Requiere forwarder compactador, astilladora en cargadero, pala cargadora, camión con caja o piso móvil. El mayor problema es controlar la humedad de las astillas
3. Astillado en terminal intermedia: la astilladora está en un punto fijo en el territorio, hacia allí se llevan los residuos se dejan orear y luego se astillan clasifican y envían como tales al cliente o se procesan industrialmente (pellets, carbón activado). La dificultad de este sistema es que la terminal debe estar a menos de 10 km de los predios forestales porque se emplean para transporte las mismas máquinas forestales. Una vez astillado el material, si este es almacenado en la terminal intermedia, se debe cuidar la degradación del mismo, debido al aumento de la superficie de contacto de las astillas, estas se encuentran con mayor predisposición al ataque de microorganismos que llevan a reacciones biológicas y químicas del material, generando pérdidas de materia seca. Para almacenar chips se recomiendan contenidos de humedad menores al 30% en base húmeda y que se cubran las pilas. Aunque se recomienda un período máximo de retención de las astillas de dos semanas, para evitar las pérdidas de materia seca.
4. Una cuarta variante es extraer los residuos a borde de camino, enfardarlos y de allí llevarlos a cliente final donde se astillan. Los atados o "Bundless" tienen un largo de aproximadamente 3 metros y un diámetro de 0,75 m por lo que pueden ser manejados y transportados como

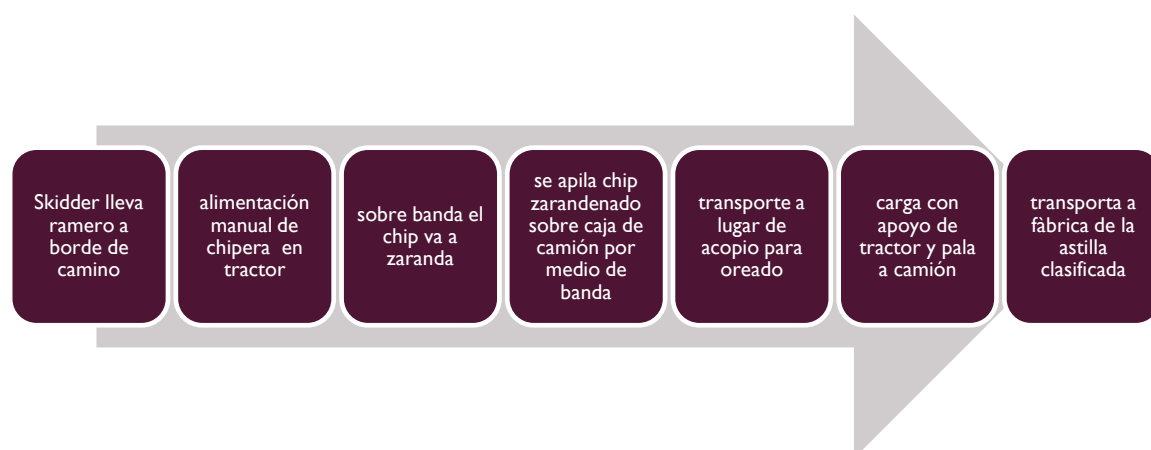
rollos de madera. También llamado el modelo CTL-TR-Enfardado, se requiere residuos organizados en cordones (20 toneladas por ha como mínimo). El grapo de la enfardadora recoge un 80% de los residuos. Extrae 10 a 12 teladas de residuos por hora y produce 20 a 25 pacas por hora. Sistema apto para transportar largas distancias. Optimiza el costo de astilladora en planta y permite el secado al aire previo al astillado. Requiere enfardadora forestal, forwarder, camión maderero y astilladora industrial

De acuerdo a las estimaciones de Elvers y Arbriza (2018) la extracción de residuos a borde del camino y el astillado a orilla del camino con una astilladora montada sobre camión que posee grapo para auto cargarse y lanza los chips directamente a caja de camión, puede procesar 30 toneladas /hora con el apoyo de dos forwarders; estos se estiman tienen una productividad media de extracción de 11 t/hora efectiva, en un rango de distancias de extracción de 140 a 350 metros y un consumo de combustible de 9 l/hora. Los autores estiman que la astilladora montada sobre un camión tiene un consumo promedio de combustible de 45 l/hora.

Por otra parte, Jofré, M (2021) calcula costos y productividad del proceso de producción de astillas a borde de camino. En su estimación propone usar como equipamiento motosierra de 1,5 HP, hachas, skidder con un guinche con cabrestante, astilladora FARMI 380 HFC + Tractor John Deere y un camión de piso móvil con una capacidad de 90 metros cúbicos estéreos. Como equivalentes de volumen y peso establece que 1 m³ sólido de astilla equivale a 3 m³ de astilla a granel (estéreo) y 1 m³ de astilla a granel equivale a 256,4 kilos todo para *E. globulus*, especie que presenta menos ramas gruesas que las observadas en el área de intervención. El coste de operación supone una inversión en los equipos descritos del orden de los 160 a 200 mil dólares. Asume como rendimientos de labor según la revisión realizada por el autor, para el trozado con motosierra de 1,5HP 9,2 m³/hora de subproductos, la extracción con el skidder con guinche 25 m³/hora, la labor con hacha 20,9 m³/hora, y la astilladora montada sobre tractor 65 m³/hora. Con este equipo la cosecha y astillado a borde de camino tendría un costo de 21 USD /m³ de astilla, el transporte se estimó en 0,14 USD por tonelada.km para un rango de transporte entre 4 y 50 km con una carga de 23 toneladas de astilla. El costo del viaje por metro cúbico de astilla sería de entre 8 y 14 USD. Haciendo un **costo total entre 29 y 35 USD /m³ de astilla**. En estas estimaciones el costo de la mano de obra se asume en 5 USD /hora efectiva de trabajo.

Se considera que el chip en planta de energía podría pagarse a 50 USD/ m³ asumiendo que su valor se asimila al precio inferior pagado por las plantas de celulosa, el margen para la empresa que opere este negocio podría ser de 15 USD /m³ de astilla sin considerar gastos de administración, impuestos ni cargas sociales. Si se considerara que los costos son un 60% del ingreso bruto se requeriría procesar y vender como mínimo 15 mil metros cúbicos de astilla para cubrir sólo la inversión.

El esquema del proceso de astillado en campo sería el siguiente:



PELLETS

Los pellets de biomasa, son un combustible derivado de la auto aglomeración de material leñoso por la aplicación combinada de calor y alta presión en una máquina de extrusión, a diferencia de las astillas simples estos pellets tienen alto poder calorífico y alta densidad aparente que permite tener pequeñas unidades de combustión reduciendo costos de almacenado, transporte y manipuleo. Es un producto apto para uso residencial lo que abre un nuevo mercado de colocación. A la fecha las estufas de alto rendimiento que se colocaron en el mercado local hacen nexo para la oferta de los pellets con proveedores extranjeros.

La materia prima más usada para elaborar los pellets son el aserrín y los restos de aserrado por estar más oreados y ser productos más uniformes. Para su aplicación a los residuos de cosecha, se incluye todo el proceso explicado para astillas, a partir de la astilla en borde de camino se deben llevar a una cancha de oreo para luego reducirse a polvo mediante un molino de martillos. Una vez el material fino está pronto se somete a la máquina extrusora con alta temperatura y presión. El proceso es de alto consumo energético. El costo final del proceso depende de la fuente de alimentación (electricidad, combustible fósil o biomasa). En este proceso se prefiere la madera de conífera debido a que el contenido de lignina que actúa como agente aglutinante. A mayor cantidad de lignina, mayor será la calidad del pellet. En la entrevista con el Ing. J. Doldán se mencionó la importancia de explorar la producción de pellets para estufas domésticas de alto rendimiento, sin ser ellas se puede decir que el rendimiento de 2 kg de pellets equivale a dos litros de gasoil. Su poder calorífico puede llegar a los 4,9kWh/kg. (Bello, N y Bey, O, 2013)

En Uruguay la empresa Frontier pellets tiene una capacidad instalada de 25000 toneladas, trabaja con pino, su planta industrial está en Canelones y vende tres tipos de presentaciones Big Bag de 1170 kg que contiene 78 bolsas de 15 kilos, el precio por kilo es de 0,42 USD. También ofrece su producto la empresa Europellets que los exporta a Europa

La limitante inicial de este producto para la zona de Cerro Largo es que probablemente la cantidad de calderas de alto rendimiento domésticas no sea suficiente para cubrir el punto de equilibrio industrial. El nivel de inversión es mayor ya que suma el molino y la extrusora más galpones para empacar y almacenar el producto final.

El esquema del proceso sería el siguiente:



PELLETS TORREFACTADOS

En la torrefacción se eliminan las hemicelulosas, proceso que se lleva a cabo elevando los chips a una temperatura entre 250° C y 300° C. Como consecuencia de este proceso se retiene el 70% de la energía del material inicial pero generando un producto de mayor densidad energética con un valor

calorífico de 21 GJ / tonelada. Los pellets torrefactados generando menos finos y emisiones cuando se usan para la producción de energía son más fáciles de almacenar, no se degradan como los chips sin tratar por lo que son más estables y livianos por último la eliminación de las hemicelulosas los torna hidrófobos. (Espinoza, 2017)

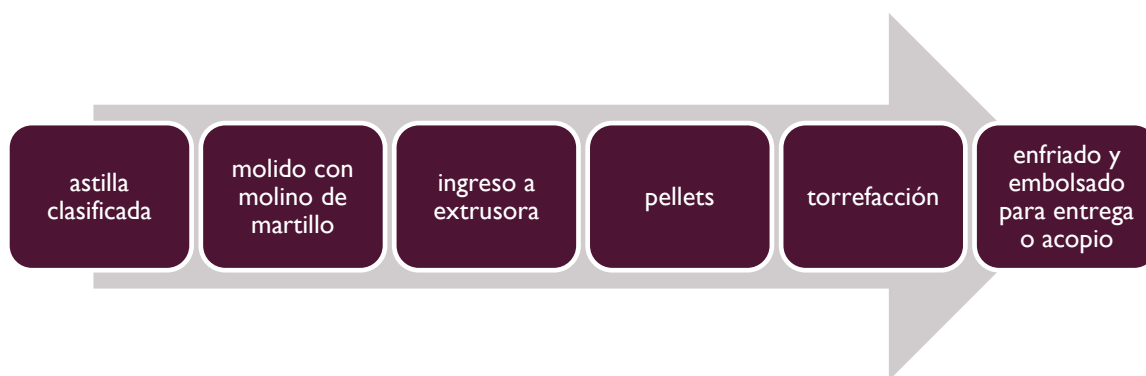
La energía inicial para el proceso puede ser biomasa u otra fuente externa de combustible, luego los gases del propio proceso alimentan el sistema. El proceso requiere profesionales para el manejo de los equipos de control de temperatura, presión y oxígeno y no incorpora mucha mano de obra ya que es un sistema continuo y automatizado.

Este proceso habilita el uso de los chips de pino para cualquier tipo de caldera lo que levanta la restricción actual asociada al uso directo como leña por la presencia de volátiles y resinas que pueden interactuar con las partes metálicas reduciendo su vida útil. Si las partes metálicas son de acero inoxidable se salva el inconveniente pero no es usual que se encuentre en las calderas industriales locales, y esta es la principal razón que hace desestimar el uso de trozas de pino para consumo directo en calderas. Este producto puede ser de interés a nivel país para aquellos establecimientos con calderas mixtas que pueden hacer acopio del producto, alternando su uso con combustibles líquidos dependiendo de la relación de precios de ambos. También resulta útil para establecimientos con ciclos de secado estacional ya que pueden acopiar el producto en forma anti cíclica sin perder poder calorífico como en el caso de la leña o astillas ya que son hidrófobos y no se degradan biológicamente.

El uso de este producto requiere un gran esfuerzo de ventas, difusión y asesoramiento técnico con particular énfasis en el costo de energía equivalente. Los contratos de abastecimiento de mediano o largo plazo son importantes con salvaguardas ante cambios abruptos en la relación de precios y también como garantía de abastecimiento para las industrias que adapten sus equipos a este material.

Es un producto exportable y posible de vender a granel pero para que sea viable debe haber contratos de largo y mediano plazo con comparadores y abastecedores de subproductos del bosque. Es un producto que requiere una organización industrial tipo clúster o cadena de forma que ante bajas abruptas del precio de la energía puedan ser empleados a costos de factores dentro del mismo grupo inversor.

El esquema del proceso sería el siguiente:



CARBON O BIOCHAR

En la entrevista mantenida con el profesor Tancredi se propuso como alternativa mano de obra intensiva la producción de carbón en horno metálico, esta producción de carbón artesanal emplea ramas y ramillas sin importar su diámetro. El proceso implica la recogida de las ramas en el campo, su traslado hasta el espacio de hornos su acondicionamiento en el interior, luego se prende fuego controlado por medio de una ventilas para elevar la temperatura de la carga. Cuando deja de liberar

el humo inicial se cierran todas la ventilas para que el proceso de combustión se realice sin presencia de aire. Depende del sistema de combustión este puede ser directo (se prende fuego la madera) o indirecto donde las cajas de hierro selladas son calentadas en un horno que aporta calor exterior. En el segundo caso es posible reciclar los gases de combustión reduciendo las emisiones. Las cajas luego del proceso se dejan enfriar y el carbón se carga en bolsas para su venta. La forma y diámetro de las ramas no es un problema y permite el aprovechamiento de aquellos materiales ligno celulósicos muy finos como para ser vendidos como leña industrial. La ventaja de este material es que es de fácil acopio y no se deteriora luego del proceso. Puede usarse tanto eucalipto como pino ya que en este último las resinas y extractos volátiles se eliminan en el proceso.

Este carbón puede usarse como fuente de energía pero también como mejorador de suelos. Se evaluó económicamente la aplicación de bio carbón obtenido de los restos de cosecha forestal combinado con un fertilizante sintético (15-15-15) en plantaciones forestales de acacia. Los resultados permitieron determinar un incremento en la disponibilidad de nutrientes como N, K, P y Ca mayor al 30%. Asimismo se mejoraron otras propiedades químicas como el pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el contenido de materia y carbono orgánico por encima del 100%. Con la adición de la mezcla a campo aumentó la disponibilidad y retención de agua. En el análisis financiero se halló una tasa interna de retorno (TIR) de 6 puntos porcentuales con la aplicación de la mezcla en comparación con la fertilización convencional en la plantación. (Reyes, 2018)

En resumen la producción artesanal de carbón puede dar como productos carbón para cocción de alimentos y los trozos más finos y el polvo puede ser vehículo de fertilizantes inorgánicos durante la plantación. Esta mezcla sirve para devolver la mayor parte los minerales extraídos del suelo en el ciclo anterior y a diferencia de las cenizas la matriz porosa del carbón facilita la retención y disponibilidad de agua para los plantines.

El esquema de este proceso:



CARBON ACTIVADO

El carbón activado es un producto comercial usado para filtros y no como combustible, INIA desarrolló investigaciones sobre la preparación de carbón activado granulado a partir de madera de eucalipto El equipo integrado por los profesores Amaya, Quiroga y Tancredi de la Facultad de química de Udelar, presentaron los resultados de su investigación sobre residuos de cosecha en octubre 2021¹

¹ Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=aIq37h_m7L4&ab_channel=INIAUruguay

El Ing. Tancredi, señala que la tecnología no es nueva y casi todos los países tiene una planta de este tipo para sus necesidades de filtrado. Es un proceso patentado en el año 1900 y a la fecha tiene escasas modificaciones. En la producción de carbón puede ingresar todo material ligno-celulósico y se trabaja muchas veces con las refinerías de aceite de oliva y los cultivadores de nueces ya que sus subproductos de desecho pueden integrar el proceso. Existen dos vías para su fabricación la primera denominada química que parte de la mezcla del material leñoso picado con algún componente que favorezca la deshidratación (ácido sulfúrico, ácido fosfórico, cloruro de zinc) y se calienta en atmósfera inerte a temperaturas cercanas a los 500° C. En el método físico primero se somete el residuo a pirolisis y este producto carbonizado se gasifica a temperaturas superiores a 750° C con anhídrido carbónico o vapor de agua. En general el proceso es continuo en reactores de lecho fluidizado, el calor se obtiene de la quema de biomasa y de la recirculación de los gases. Según el experto un punto de equilibrio para esta tecnología es la disponibilidad mínima de 500 toneladas de residuos al año. En el estudio realizado por Sevillano, A y Torres, A (2013) se analiza la factibilidad de un proyecto con una planta con una capacidad instalada de 900 toneladas de carbón activado que requiere de 3000 toneladas de residuos al año en su caso realiza todos los cálculos para una planta a base de pino. Los destinos del producto son para filtros y purificación de agua. El tratamiento de las astillas con KOH es el más promisorio para la realización de carbón activado se puede estimar que de 1800 toneladas de biomasa se obtienen 600 toneladas de producto porque tiene un rendimiento del 30% y que el pino es preferible por tener más lignina en su fibra. Entre el equipamiento posible el de horno rotatorio es el más barato seguido en nivel de inversión por el de múltiple hogar y por último el de lecho fluidizado. El principal consumidor de este producto en Uruguay sería OSE aunque hay muchos usos del carbón activado tanto a nivel comercial, industrial como residencial y en el caso de Uruguay todo el consumo se abastece de material importado.

El esquema sería el siguiente:

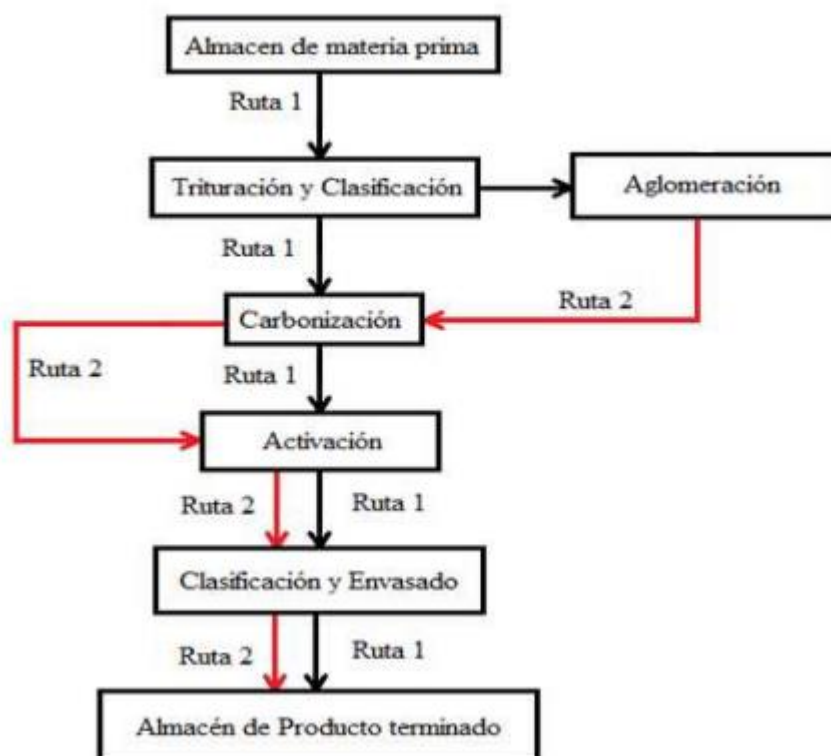


Diagrama de descripción del proceso extraído de Sevillano, Torres (2013)

1.2 SUBPRODUCTO BIOMASA-MADERA EN PRODUCTOS ESTRUCTURALES

La mayor parte de la biomasa madera, tiene dimensiones muy pequeñas para su uso estructural salvo los trozos de 14 a 19 cm de diámetro de pino que podrían tener un uso alternativo a la quema. Esta fracción podría integrar partes y piezas de uso en la construcción. En el caso de los raleos ya se ha estudiado la factibilidad de producir paneles CLT (Baños, Godoy, Vega, 2016) pero en el caso de los residuales como biomasa podrían producirse piezas cortas aserradas aplicables a las estructuras de *wood framing* o producir con ellas *wood wool* y tableros aislantes acústicos. Todos estos posibles usos necesitan de una logística muy precisa ya que los costos de extracción y manipulación son elevados.

Los estudios realizados en el LATU con madera de pino determinan que no sea recomendable su uso como elemento portante cuando proviene de cosechas de árboles de menos de 12 años por la presencia de madera juvenil en su médula. En el estudio de Moya et al (2015) sólo las piezas de 25 años lograron la clase C14, mientras que ninguna de las muestras cumplió con las exigencias de NCh 1198 y además ningún grupo de 15 años del suroeste cumplió con los requisitos estructurales internacionales.

La madera juvenil puede provocar movimientos y deformaciones en las piezas asociados a la pérdida de humedad, como consecuencia puede generar inestabilidad a las estructuras. Estos problemas no serían tan graves en la madera de punta fina pues allí no se concentra la madera juvenil, pero debería tenerse aserradores expertos para minimizar los problemas. El Ing. J. Doldán identifica como limitante del negocio el bajo rendimiento de aserrado de la troza que de un promedio general del 50% de piezas aserradas por troza se pasaría a un 30 o 40% en las finas. Otro aspecto a considerar es que las piezas que se obtuviesen de este proceso deberían ser piezas cortas para disminuir los defectos al secado (alabeos, torceduras). Las piezas aserradas también podrían incluirse en la producción de tableros CLT pero se visualiza como difícil esa integración porque las empresas que lo producen lo hacen en circuitos cerrados con altos controles de calidad en todas las etapas. El entrevistado considera que es posible usar las piezas cortas aserradas para rigidizar estructuras de *Wood framing* pero siempre realizando un buen control de calidad, empleando piezas secas estabilizadas y secándolas a estufa en sistemas que limiten la movilidad dentro de los castillos de secado.

Doldán, sugiere explorar la factibilidad de producir tableros de lana de madera o “*Wool Wood*”. Estos tableros provienen de la mezcla de cemento portland con fibras de madera obtenidas por medio de raspado longitudinal de trozas de pino sin corteza. Estos tableros de larga trayectoria en el mercado de la construcción (Paneles excelsior es la denominación comercial en USA) pueden producirse tanto en piezas grandes como pequeñas en procesos mano de obra intensivos. Son piezas que presentan muy buenas propiedades de aislantes acústicos y térmicos y la mezcla con portland además de rígidos los hace aislantes de la humedad. Los paneles tienen diferente espesor y pueden en algunos casos usarse como sustituto de la lana de roca en las viviendas de *Wood framing*, aunque el uso mayoritario es el de aislante acústico.

La entrevista con la Arq. L. Moya también aportó consideraciones sobre el uso estructural, hizo particular énfasis en la presencia de madera juvenil porque conduce a problemas de resistencia y comportamiento cuando se consideran piezas largas y estructuras de carga, sin embargo este problema desaparece cuando se evalúa la madera de turno final o cuando se emplean piezas de dimensiones pequeñas que salven el problema de la madera juvenil. Considera que los extremos apicales también presentan poca proporción de la madera juvenil. En todo caso a mayor edad de los árboles mejor es la clase estructural a la que pertenecen. El uso de pino lo ve adecuado para la construcción con madera dado que es impregnable a diferencia del eucalipto y con ello se incrementa la durabilidad natural. En cuanto al impregnante, las sales CCA tradicionalmente usadas presentan problemas ambientales asociados al lixiviado y a las emisiones de gases tóxicos si se queman. En el caso de piezas internas

como el marco sobre el cual se aplican los tableros no serían un problema ya que estarían aisladas del medio ambiente. Este problema no le causa preocupación porque se están probando nuevos impregnantes, eficaces y menos tóxicos. Moya es enfática en realizar un buen procesamiento industrial de las piezas con dimensiones exactas y buena clasificación para no afectar la solidez de la estructura. Señala también que las casas con madera deberían tener un fuerte componente en diseño para eludir los daños por termitas y los efectos del sol ya que en personas de pocos recursos no se puede pensar en un mantenimiento sostenido. Otro aspecto del cual se conversó fue la experiencia de construcción de casa de madera con la Intendencia de Rivera y el apoyo técnico de la Escuela de oficios de Duchesnay en Canadá. Las casas construidas bajo el sistema *Wood framing*, con madera de los aserraderos de Rivera y paneles de Lumin puede ser erguida en un plazo de 2 meses a partir del momento en que está instalada la plataforma de hormigón. En ese proyecto se generaron capacidades en la Intendencia ya que se capacitó por inmersión en el proceso a 10 empleados que trabajaron junto con los carpinteros canadienses. El modelo se encuentra replicado en varios barrios y también en Tacuarembó. En este aspecto la Arq. Moya señala la importancia de tener un plano estándar pre aprobado por la Intendencia con el instructivo y los puntos de control para facilitar la implementación del proyecto.

Otra línea a explorar son los WPC (*Wood plastic composites*) son líneas de producción de elementos de arquitectura que combinan residuos de industria como el aserrín con plásticos reciclados son mezclas físicas realizadas mediante el procedimiento de extrusión a temperaturas en las cuales el polímero está reblandecido, por encima de la temperatura de transición vítrea (T_g) y de la temperatura de fusión (T_m). Los polímeros utilizados para este tipo de compuestos son polietileno, polipropileno, poliuretano y policloruro de vinilo. Los productos finales realizados por termo compresión extrusión y moldeado ya se importan en Uruguay para piezas de uso exterior como decks y tinglados. Tienen apariencia de madera, no se deterioran y tienen capacidad portante.

La elaboración de estos productos sería la integración de subproductos de la cosecha, que pasarían por el chipeado y eventual refinado en molino de martillo y se mezclaría con pastas plásticas que se obtienen del reciclado de plásticos. Los productos estructurales a realizar deberían ser originales y pensados como sustitos técnicos de elementos de madera de amplio uso en la comunidad o nuevos usos como galpones de abrigo y bretes para ovinos, pisos transitables para patios de comida o área de ordeño en la lechería, sombráculos para el rodeo entre otros, como complemento de las piezas de uso residencial que deben competir con la oferta importada que tiene mayor oferta de diseño.

Dieste et al (2019) analizan el desarrollo de la bioeconomía desde una perspectiva tecnológica y señalan como uno de los hitos para el desarrollo la promoción de la inclusión de carpinterías locales en productos de madera para la construcción, el desarrollo de alternativas para los subproductos como aserrín corteza y chips así como la industrialización global del pino. Para la construcción del punto de vista económico las líneas más interesantes son la madera tratada térmicamente para el pino la madera modificada térmicamente TMT y los tableros de madera contralaminada CLT. Para eucalipto la madera laminada encolada MLE parece de mejor retorno, todos ellos se vinculan al aserrado como primer paso de la elaboración y esta es una industria que requiere bajos niveles de inversión. Como pasos esenciales para que se pueda desarrollar estas industrias está la instalación de aserraderos, promover su inclusión en proyectos de obra pública, promover la investigación en productos de madera para construcción y promover la inclusión de carpinterías locales en la fabricación de productos de madera para la construcción. En cuanto a las tendencias para Uruguay, desde la Oficina de Planeamiento y Presupuesto se propone el desarrollo de la industria de paneles CLT y las biorefinerías como grandes líneas estratégicas una para impulsar la construcción con madera y la otra para diversificar la matriz de combustibles. En el caso de la bio-refinerías sobre todo para aumentar la oferta de combustible para el transporte uno de los costos logísticos más elevados en Uruguay.

I.1 SUBPRODUCTO BIOMASA TRANSFORMACIÓN BIOLÓGICA

Las anteriores líneas descriptas apelaban básicamente a la transformación térmica y mecánica de la biomasa y se concentraban solo en el producto leñoso. Esta línea supone la transformación biológica y en este apartado se incluye la opción de extracción de aceites esenciales a partir de hojas como paso previo al compostaje.

PRODUCCIÓN DE HONGOS LIGNIVOROS COMESTIBLES

Esta línea de trabajo se puede partir de la recolección manual de ramas y punta fina tanto de eucalipto como de pino, posterior chipeado y eventualmente molido o, se puede partir de las astillas zarandeadas y/o molidas para la producción de pellets.

Este material convenientemente mezclado con otros aditivos tales como harina de trigo, o cáscara de arroz puede ser sustrato para la producción de hongos lignívoros del grupo basidiomicetes productores de hongos comestibles tales como *Oyster*, *Pleurotus*, *Shiitake*.

Estos son de consumo masivo en países del Oriente. En Uruguay aún no lo son pero tienen un mercado en ascenso en el circuito de restaurantes y consumidores del estrato socioeconómico medio-alto. Los hongos mencionados anteriormente pertenecen al grupo de las podredumbres blancas (*White-rot fungi*) obtienen su energía a partir de la lignina de la madera por medio de un complejo enzimático oxidativo inespecífico que le permite degradar compuestos aromático heterogéneos. Ya existen productores de estos hongos en Uruguay, en particular en Rivera, hay familias que trabajan vinculadas a la empresa COFUSA produciendo el shiitake sobre rollos de eucalipto con una técnica artesanal tradicional que le permite una cosecha al año. Otro productor en Cerrillos, Canelones los produce a partir de aserrín de eucalipto con una técnica intensiva que le permite producir todo el año y que ya han logrado exportar el producto en forma de alimento procesado.

Aun no hay oferta local producida sobre residuos de pino. En el caso de pino la limitante de crecimiento es la presencia de extractivos resinosos, pero hay estudios realizados que indican la posibilidad de cultivarlos si a los chips de madera se le realiza un pretratamiento con hongos tales como *Aureobasidium spp.*, *Ceratocystis spp.*, and *Ophiostoma spp.* pues, ellos son capaces de remover los extractivos resinosos luego de 4 o 5 días de incubación. Una vez realizada esta primera degradación es posible cultivar sobre ese sustrato los hongos comestibles como si fueran latifoliadas.

Es posible obtener una buena rentabilidad ya que se realiza en troncos sintéticos no requiere mucha inversión en instalaciones ni infraestructura y se recupera rápidamente si se trabaja en cultivos protegidos ya que hay una oleada de fructificación cada 60 días a lo largo del año. Tampoco requiere mucho personal, si bien éste debe estar debidamente capacitado. El residuo luego de 2 a 3 oleadas se puede usar como mejorador y fertilizante de suelo para el cultivo de plantas, como complemento en la alimentación de animales, como fuente de enzimas (ejemplo lacasas) de valor económico para procesos biotecnológicos y remediación de contaminación, por citar algunas.

Fabiana Rey como especialista en biotecnología industrial está trabajando en Latitud con hongos lignívoros que ofrecen carpóforos comestibles. Los más conocidos en el mercado local son *Pleurotus* y *Shiitake*. No son un producto de consumo masivo pero tienen un mercado en ascenso y dentro de las dos variedades Shiitake es el que tiene mejor precio de mercado. Estos basidiomicetes tienen algunos polisacáridos específicos con importante acción medicinal como en el caso del Shiitake, esta especie hoy representa el 22% del mercado mundial de hongos desplazando en importancia al champiñón (*Agaricus bisporus*).

La profesional coincide en pensar que la producción de hongos es un excelente ejemplo de economía circular que promueve el desarrollo local y por tanto sería muy fácil conseguir apoyos de parte de ANII, ANDE y Latitud para ajustar los procesos de producción a las condiciones de subproductos locales ofrecidos. Considera que la producción en troncos (la más artesanal de todas) podría darles producción continua pero se debe ser muy exigente con la planificación de la inoculación, pero considera que la producción en bolsa es mucho más eficiente. La inoculación debe hacerse en un medio controlado pero hay productores que lo hacen en cocinas domésticas lo importante es el cuidado para evitar contaminación. En cuanto a la cámara de cría existen desde los que lo hacen en condiciones de Temperatura, humedad y oxígeno controlado hasta los que lo hacen en invernáculos artesanales. Coincide que la venta debe ser seca y hay empresas como Golden Crop que lo vende como complemento nutricional dentro del país, debería explorarse la posibilidad de alianzas comerciales para facilitar la colocación del producto.

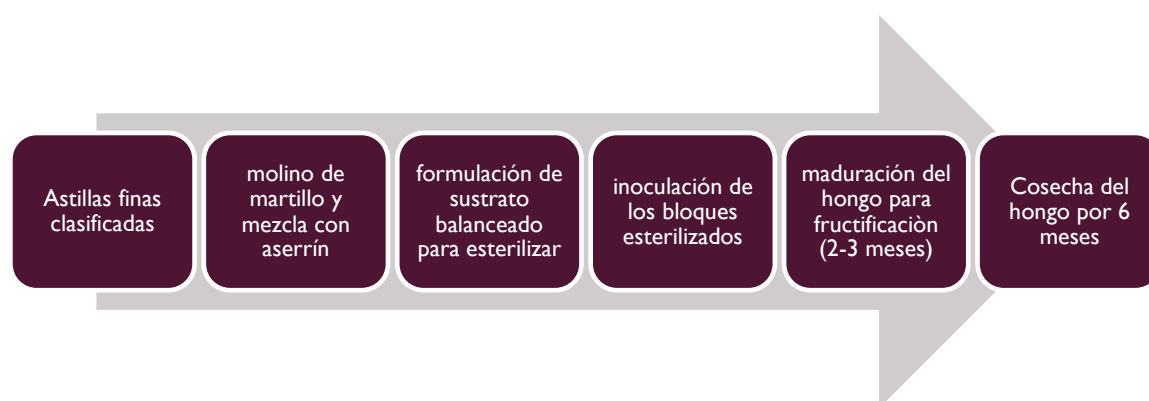
Se sabe del uso del bloque posterior a su cosecha como mejorador de suelos y como alimento animal. Latitud puede apoyar en estudios de digestibilidad, de hecho hay proyectos presentados para trabajar con los residuos de la producción de aceite de oliva y aserrín.

La idea de producción de hongos con pinos también es posible y nuevamente latitud puede apoyar en el ajuste técnico del proceso para crear una red de producción capaz de ser desarrollada en la zona.

El sustrato para la producción en bolsa más frecuente parte de aserrín pero, podría iniciarse a partir de chips el grado de molido de los chips, la mezcla y los aditivos para el caso particular de los subproductos de la región podría ser un proyecto de apoyo de Latitud para optimizar la mezcla. El proceso de producción requiere la esterilización del sustrato esto se puede hacer desde autoclaves hasta ollas de presión domésticas o simples tanques de metal que se calientan exteriormente.

Esta línea alternativa debería considerarse por su impacto ambiental y social pues permitiría vincular los residuos de madera de la forestación con las actividades tradicionales como la cría de ganado y permite además el empleo de mano de obra que quizás no pueda ir a las plantaciones en forma diaria pero pueda así generar productos de alto valor.

El esquema del proceso sería el siguiente:



Varios de los procesos anterior mete descriptos suponen la extracción mecanizada de ramas y puntas finas y junto con ellas se retiran hojas, acículas y corteza, esta fracciones presentan los contenidos más elevados de nitrógeno(N) y fósforo (P) mientras que la corteza dentro de la fracción biomasa es la que presenta valores más elevados de calcio (Ca). En las hojas además de los nombrados, se encuentra potasio (K) y magnesio (Mg) en orden de importancia el contenido mineral de las hojas presenta mayor concentración de N, seguido por P, K y Mg. Ualde (2015) . Los procesos de

gestión silvícola actual definen que esta fracción quede en el sitio y sea responsable de devolver el 66,8% de los nutrientes extraído en la cosecha. El uso tradicional de esta fracción es aportar al ciclo biogeoquímico, en general al momento del replante se alinea en la entre fila mediante un despejador y allí queda descomponiéndose lentamente durante el ciclo de crecimiento forestal. Hace algunos años era práctica frecuente la quema directa de estos residuos de forma de favorecer la reducción en volumen y agilizar la disponibilidad de nutrientes, pero esta práctica se abandonó por que las altas temperaturas afectaban la micro flora y fauna del suelo y los minerales se lixiviaban con mayor facilidad.

En una plantación de *E. grandis* la biomasa en trozas comerciales, nunca exporta más del 60% de los nutrientes, las hojas presentan las mayores concentraciones de N, P, K y Mg y la corteza contiene las mayores concentraciones de Ca (44%). Se estudiaron diferentes tratamientos post cosecha y no se encontró diferencias significativas en el contenido de cationes al enterrar o dejar en superficie los restos. (Hitta y Lorenzo, 2012) . El costo de extracción y la devolución de los nutrientes al sitio inducen a establecer como práctica silvícola dejar los residuos in situ para su descomposición y mineralización, sin embargo se han realizado estudios de factibilidad económica para procesos alternativos

Además de minerales las hojas presentan compuestos volátiles algunos de ellos de uso comercial.

Las hojas de eucaliptos presentan aceites esenciales que pueden ser extraídos por procesos que combinan la destilación hidroacuosa y en vacío con un rendimiento del 0,38% del peso de hojas frescas. Marcel, 2018 estudió el aceite esencial de *E. grandis* como preservante de alimentos eficaz contra hongos tales como el *Rhizopus nigricans* hongo que disminuye rápidamente la calidad de alimentos envasados ricos en almidón. Zhang et al (2010) estudiaron los usos medicinales y comerciales de los aceites de eucalipto y señalan que las hojas de *E. grandis* tienen aceites con propiedades larvicidas. La fracción del aceite activa como larvicida es el monoterpenos α -pineno; Alfian et al (2018) midieron las fracciones e indican que representa el 45,2% del aceite extraído. Lucia A et al (2007) comprobaron la eficacia de este aceite para el control de las larvas de *Aedes aegypti* que resulta de interés por ser un larvicidas biodegradables.

Existe un potencial económico en la extracción de estos aceites de las hojas frescas postcosecha, siendo que ellas son las que aportan más nitrógeno al suelo debería pensarse en un compostaje posterior y devolución al sitio. El compostaje de esta fracción de la biomasa aportaría restos húmicos más estables que la simple degradación en el sitio por estar realizado en condiciones controladas de humedad y temperatura para favorecer el proceso biológico.

El proceso sería el retiro de las ramas con hojas en forma mecánica inmediatamente después de la cosecha, la separación manual de las hojas para someterlas al proceso de cocción. El residuo de la cocción se composta y se devuelve al sitio de extracción como fertilizante orgánico. Los residuos maderables asociados a las hojas pueden reducirse y someterse al proceso de carbonización. Ambos procesos requieren un análisis de factibilidad económica para saber si el valor de los aceites esenciales compensa su costo de extracción.

El esquema del proceso:



SINTESIS

En síntesis luego de presentar los usos posibles de los subproductos post cosecha el que aparece como más promisorio por la rápida adopción considerando el bajo nivel de inversión requerido es la extracción manual de leña.

Si la clasificación y reducción a medida estándar de los residuos se hace en campo sólo se llevaría la fracción leña y el resto quedaría distribuido en el sitio. Si se retira toda la leña de campo y la clasificación y organización del material se hace en un obrador es posible diversificar el mayor volumen de venta se destinaría a industrias locales con calderas y el residuo fino post clasificación podría destinarse o bien a la producción de carbón o a la producción de hongos. En el caso del carbón una parte se destinaría a la venta minorista en bolsas y lo más fino molido podría ser reincorporado al suelo como vehículo de fertilizantes sintéticos en huertas o en la misma forestación. Si en lugar de carbón se trabaja en la línea biológica los residuos se muelen y pasteurizan creando de bloques sintéticos de madera para la producción de shiitake y devolver al sitio de origen el material compostado.

A nivel industrial o mecanizado, en el caso del eucalipto lo más promisorio es el retiro de los restos en fardos para luego ser picados y alimentar una caldera que genere valor y electricidad. Con esta instalación industrial se puede pensar en procesar el resto de los chips para la producción de pellets torrefactados para alimentar calderas industriales o residenciales, o para producir carbón activado.

Una unidad de producción de calor y electricidad podría ser un atractivo para la instalación de aserraderos que hagan primer y segunda transformación de la madera y contribuyan a la instalación de carpinterías orientadas a la construcción con madera. Una industria local de aserrado de buena calidad podría contribuir a que parte de las trozas que se transportan hacia otros departamentos se procesen en forma local.

Objetivo III: Potencial de la comunidad receptora

El Municipio de Cañas se ubica en la 12ª. Sección Catastral y 12ª. Sección Censal de Departamento de Cerro Largo. Según el INE, tiene como centro urbano principal el denominad Caserío Las Cañas. La sección censal 12 cuenta según el Censo de Población y Vivienda 2011, con 536 personas, 204 hogares y 401 viviendas particulares su tasa media de crecimiento entre 1996 y 2011 fue de -3,63%.

En particular la localidad censal Caserío Las Cañas contaba con 72 personas, 24 hogares y 29 viviendas particulares, la mayoría construidas mediante el sistema MEVIR, del total de pobladores nucleados sólo el 21 % es propietario de su vivienda el resto se define como ocupante.² Según los datos censales

² Ministerio de Desarrollo Social – Instituto Nacional de Estadística-Fondo de población de las Naciones Unidas 2013. Cerro Largo. Indicadores sociodemográficos seleccionados por Sección Censal, Localidades Censales y áreas gestionadas por municipios a partir de la información del censo 2011. 28p.

al año 2011 en el Caserío Las Cañas había 21 personas menores a 14 años, 45 personas entre 15 y 65 años con un índice de masculinidad de 111. La relación de dependencia demográfica se acercaba al 60% (menores de 0 a 14 años y de 65 años y más que dependen económicamente de la población de 15 a 64 años). El tamaño promedio del hogar es de 3 personas y un 70% de los hogares tenían menores de 17 años. El 33% de la población se auto percibe como descendiente afro, siendo la localidad de Cerro Largo con el índice más alto dentro el Departamento. En cuanto a la educación un 9,8% de la población de 15 años y más era analfabeta y un 66,7% tenía por lo menos primaria completa. Un 100% de los jóvenes hasta 14 años cumplían los programas educativos, cantidad que se reduce al 20% cuando se observa la población de 15 años y más. La tasa de actividad es del 51,9% y está dentro del Departamento, sólo el 3,7% trabaja en otra localidad y no se menciona el trabajo itinerante lo que puede indicar una fuerte apuesta por asumir sólo fuentes de trabajo locales. El 100% de los hogares con niños y mayores de 65 años tiene por lo menos una necesidad básica insatisfecha (NBI) y el 96% de los hogares tiene esa condición., destacándose dentro de ellas lugar para cocinar y agua potable, agua caliente y elementos de confort. El 50% de los hogares no tenía computadora pero el 80% si contaba con celular.

Geográficamente se encuentra a 33 kilómetros de Melo, el Municipio Cañas de reciente adscripción tiene una superficie de 648 km² abarca desde el kilómetro 13,5 de la ruta 26 hasta la ruta 54 incluyendo Sierra de Rios, La Micaela, Cañitas, Montecitos y Asperezas. Linda con los Municipios de Paso Centurión, La Pedrera Plácido Rosas y Nando.

La opinión de los promotores

El alcalde del Municipio Las cañas es Víctor Noda, en la entrevista describe a la comunidad de Cañas como una población a la les resulta difícil trabajar en grupo. Cita el caso de un proyecto de INMUJERES MIDES para mujeres emprendedoras dedicado al tejido empezaron 22 y hoy van quedando 11 percibe que las relaciones competitivas les dificultan lograr objetivos comunes. No se visualizan líderes locales fuertes. Pero sí destaca que se identifican con el núcleo poblado de MEVIR y no con la totalidad de los habitantes del Municipio. Entre los habitantes del núcleo MEVIR y los otros habitantes del Municipio no hay relación laboral o comercial.

Es un poblado donde no hay transporte público pero todos tienen medios de transporte (motos y autos), para las compras de alimentos se abastecen de dos almacenes, algunos proveedores como las panaderías vienen a ofrecer los alimentos a la localidad o feria de ropa en los días de pago, el resto de las necesidades las cubren en Melo.

Hay un CAIF que atiende los niños 3 veces por semana de 8 a 13.30, pero el cuidado de los niños básicamente es intrafamiliar y no lo considera un obstáculo para que las mujeres puedan salir a trabajar El medio de comunicación usado es el Whats app.

Elena Sosa, una promotora de salud funcionaria de ASSE residente en Cañas percibe a la comunidad de las Cañas como entusiastas positivos y con sentido comunitario, con un biorritmo rural con un horario de trabajo que empieza al amanecer y finaliza a las 17 horas. Para ellos el domingo es importante porque es el día que llega al pueblo el trabajador de la estancias se reúne la familia pero más se da la reunión social entre pares. En cuanto a la relación con los otros poblados la define como inexistente por dos razones, el primero porque son agrupamientos de casas que en su opinión no conforman núcleos urbanizados y en segundo lugar porque perciben una discriminación histórica por su condición afro que los ha estigmatizado.

Son una comunidad con mucha endogamia, el origen del pueblo fue una familia extendida, esta consanguinidad determina también la existencia de enfermedades hereditarias algunas que afectan físicamente y otras cognitivamente. Las 3 o 4 troncos familiares llevan a que los quiebres de relaciones

sean más fuertes que en simple vecindad pero que también se pueda conseguir apoyo extendido cuando la causa lo amerita. Trabajan en grupos con liderazgos marcados donde la adhesión al grupo no se basa en el rigor sino en la afinidad con la forma de organizar el trabajo y con la calidad que se quiere presentar. El ejemplo que más le viene en mente es la organización de las cuadrillas de esquila donde hay patrones que tienen buen prestigio por cuidar sus recursos humanos y consiguen personal sin dificultad.

Son muy apegados a la zona y no consideran trabajos trashumantes aunque paguen buenos salarios. Opina que las cuadrillas que vengan a la zona podrán contratarlos pero no serán recursos humanos permanentes cuando empiecen a trabajar lejos. Además hoy las cuadrillas forestales ofrecen 18 mil mensuales por matar hormigas 6 horas durante 5 días a la semana no pagan el combustible para ir al lugar de trabajo y en comparación los peones de estancia reciben 25 mil por mes.

Hay solidaridad femenina en cuanto al cuidado de los niños, pero los hombres no participan de esa tarea. Otro aspecto importante a considerar son las prestaciones sociales, tanto asignaciones familiares como tarjetas de MIDES se han otorgado a las mujeres del núcleo familiar y ha empoderado a las jefas de hogar que cuentan con su dinero. Por ninguna razón aceptarían trabajos que les hicieran perder este beneficio por lo que la propensión a trabajar formalizado es baja.

El municipio de Cañas presenta restricciones para su desarrollo, las primeras están vinculadas al capital humano y se explican por las bajas tasas de población con primaria completa, secundaria o especializada. A pesar de ello se puede observar que el capital humano joven está cambiando el panorama por asistir a institutos de formación secundaria y especializada. No se encontraron indicadores que señalen la existencia de capital social e institucional tales como organizaciones gremiales, culturales de deporte o esparcimiento. Pesa sobre la comunidad la visión de vecinos no ubicados en el Caserío de Cañas de que hay abuso de alcohol y maltrato intrafamiliar. La debilidad en capital humano y social se debe mitigar y es un concepto importante a incluir en la planificación de las actividades de aprovechamiento del subproducto forestal remanente. La fortaleza de Cañas es contar con población joven capacitándose y sin intención de emigrar con un fuerte sentido de pertenencia. Como oportunidad se presenta la presencia de núcleos forestados que demandan servicios y que pueden generar oportunidades para emprendedores a pesar de que hay pocos ejemplos de iniciativa privada y empresaria, salvo algunos cuentapropistas o empresarios de servicios ganaderos. Una amenaza real es que otros grupos más proactivos tomen la oportunidad para su desarrollo y dejen al margen a la comunidad. La situación descrita en Cañas no difiere mucho de la señalada para Cerro Largo hace diez años en el informe desarrollado por Rodríguez et al. (2014)³.

Otros de los entrevistados fueron el Director de Promoción y Desarrollo de la IDCL Wilson da Rosa y la Asesora en desarrollo local Elena Lavecchia, ambos de la Intendencia de Cerro Largo. De la entrevista abierta mantenida con ellos surgen como factores importantes a considerar que las iniciativas de desarrollo local deben trascender las diferencias entre vecinos y debe ser una oportunidad para todos los vecinos del municipio estén o no dentro del Caserío Cañas. El segundo aspecto importante es que desde la oficina de desarrollo se buscará apoyar las iniciativas locales cuando estas manifiesten algunas dificultades subsanables como por ejemplo el apoyo logístico para su concreción o algún tipo de respaldo financiero para los cuentapropistas que lo requieran.

Los entrevistados consideran que más allá de la solución puntual para la comunidad de Cañas es imprescindible potenciar el desarrollo de la industria forestal en la región. Las ideas a explorar se vinculan con el desarrollo de la industria de primera y segunda elaboración de la madera. Consideran

³ Rodríguez A. Gariazzo, F. Goinheix, S. Parada, C. Troncoso C. 2014 Mapeo de capacidades territoriales y desarrollo productivo Oportunidades de intervención para el desarrollo local con inclusión. MIEM-MIDES-IECON UR. Montevideo Uruguay

que las trozas de calidad aserrable no deberían ser exportadas del Departamento sin un procesamiento industrial. En la actualidad no hay un aserradero competitivo del punto de vista tecnológico, no hay capacidad de secado ni de remanufactura, consideran que explorar la vía de la construcción de madera o con madera puede ser un motor interesante de desarrollo para el Departamento. La co-generación de energía eléctrica y vapor en un consorcio que involucre a los principales proveedores de materia prima dentro de un distrito industrial puede ser de interés considerando los incentivos regionales existentes. La existencia de esta energía y del calor facilita la instalación de aserraderos que son de bajo valor de inversión. Señalan como aspecto a explorar la integración con Brasil que es una realidad desde hace años. La intendencia puede ayudar en este proceso generando normativas y directivas que faciliten la construcción en madera, creando capacidades en la construcción con madera y facilitando permisos para la creación de distritos industriales que faciliten la logística de procesamiento de los subproductos forestales.

Los entrevistados mencionan nuevas oportunidades para la inversión en la región asociados a la apertura de la hidrovía Uruguay-Brasil a través de la Laguna Merín, la puesta a punto del aeropuerto y la existencia de beneficios para inversores a través de lo que señala el decreto 268/20. Este decreto determina devoluciones impositivas por las mejoras en bienes de capital que permite exonerar hasta el 35% del monto de la inversión en créditos de IRAE con un plazo máximo de uso de 5 años. Además se exonera del impuesto al patrimonio por hasta 10 años de vida útil de los bienes muebles y obra civil, así como la devolución de IVA en plaza por materiales y servicios para obras civiles y compra de bienes muebles en plaza. Para que la inversión tenga estos beneficios debe completar una matriz de indicadores que se puntúan de 0 a 10 y se ponderan en un 50% por la creación de empleos, 15% por la descentralización, 20% por el aumento de exportaciones, 20% por el uso de tecnologías limpias, 20% por procesos de investigación desarrollo e innovación y un 25% por la mejora de los indicadores sectoriales. Los puntos se pueden obtener por todos o algunos ítems y también se asocian a los montos invertidos y las zonas en las que se radiquen los proyectos Paysandú, Tacuarembó y Colonia tienen un ponderador 10, Salto 9 y Cerro Largo 8.

Junto con la IDCL, un actor muy importante es LUMIN representado por Joaquín Castro Baroffio. La propuesta para Cerro Largo parte de la experiencia de las leñeras en Tacuarembó, que mediante el apoyo de MIDES lograron formalizarse e integrarse a una cadena comercial para la venta de leña al Frigorífico Tacuarembó. La iniciativa propuesta buscó evitar un mal relacionamiento con las comunidades cercanas por la extracción ilegal de los subproductos forestales pero, también es parte de las acciones de responsabilidad social de la empresa enmarcada en su visión de apoyar a las comunidades más frágiles brindándoles nuevas capacidades.

En Tacuarembó se trabajó con un equipo territorial del MIDES quien facilitó la logística de integración se buscaba contar con una situación espejo en las Cañas pero no se pudo consolidar por falta de infraestructura MIDES. LUMIN contacta a Elena Sosa como referente social y ella tiende puentes con el área de ProPymes del MIEM.

Como primer punto de interés para la empresa es que los subproductos forestales no son un residuo y por tanto tienen un valor de uso, lo que hace la empresa es donarlos para que la comunidad pueda iniciar un vínculo laboral con la forestación como empresarios autónomos. Este concepto es importante porque se pretende la organización de las empresas leñeras en un medio de incubación que supone capacitación en seguridad y procesos, costo de materia prima cero y contactos comerciales para colocar el producto a granel. Estas condiciones no son permanentes sino que se aspira a que las empresas incubadas puedan crecer y competir en igualdad de condiciones luego de un tiempo.

La integración de las personas debe ser por vías formales, ya sea como agrupamiento o como monotributista, deben poder facturar tener leyes sociales y cumplir con normas de seguridad en el

trabajo. Se tiene tolerancia en el momento de la incubación pero el proceso de mejora debe ser gradual y continuo. Se entiende que el trabajo propuesto es mano de obra intensivo ya que no existe posibilidad actual de que los trabajadores dispongan del capital necesario para equipos automatizados. Una preocupación de los trabajadores es la pérdida de beneficios sociales por tener un ingreso regular, en la experiencia de Tacuarembó esto no fue así.

LUMIN también aporta la oportunidad de integrarse mediante bolsas de trabajo a las empresas contratistas habituales de la empresa. Para facilitar este proceso genera instancias de capacitación y facilita la comunicación entre propietarios de cuadrillas y aspirantes como en las cuadrillas de control de hormigas.

En suma, LUMIN aporta las oportunidades para el desarrollo, corresponde a la comunidad de Cañas apropiarse de ellas. Para LUMIN es importante acercarse a la comunidad y generar relaciones cooperativas pero debe entenderse que no es una donación de por vida, es sólo una etapa del proceso. Dentro de las opciones artesanales presentadas la leña es el producto con el cual ya se cuenta con experiencia, el aceite esencial no estaba en consideración pero puedes ser una opción a explorar.

Otro de los actores ya nombrados es el MIEM, en este caso apoyó con la convocatoria a la consultoría y la financiación de la misma. La entrevista realizada a Jimena González referente territorial del MIEM aportó la visión del Ministerio. Se espera que el resultado del vínculo de la comunidad de Cañas con LUMIN aporte al desarrollo local aunque los cambios sean pequeños. Los proyectos que se puedan instalar son un piloto para aprovechar las capacidades existentes.

El MIEM apoya todo tipo de empresas ya sean cooperativas, individuales, unipersonales. El organismo del estado que tiene más desarrollo en la formalización laboral de personas es el MIDES con el instrumento del monotributos MIDES y los grupos asociativos, estos además de formalizar tienen apoyo de capacitación.

En cuanto al apoyo financiero considera que los habitantes de Cañas podrían acceder a los préstamos de ANDE en el centro Pyme para empresas nuevas los montos máximos son del orden de los \$U 20 mil por beneficiarios. Si se consigue la vinculación con una empresa ya existente se requiere una antigüedad mínima de un año, balances consolidados certificados de PYME.

El interés del MIEM es el apoyo a industrias con niveles de inversión mayor para los cuales existen incentivos fiscales. De las ideas presentadas la de carbón activado parece atractiva para la sustitución de importaciones y por el hecho de generar un producto de valor que puede almacenarse ya para el cual hay comprador definido. Debería analizarse la creación de un régimen de parque industrial para nuclear otras industrias que puedan aprovechar la generación de calor como por ejemplo el secado de tablas y el uso de las mismas para proceso de segunda transformación. El estar integrado en un espacio físico y comercial permitiría incluir en el proceso aserrín y restos de aserrado eliminando un problema ambiental que hoy existe.

Las capacidades de los involucrados

A partir de procesamiento de las encuestas se pueden identificar las siguientes particularidades sobre residencia habitual y fuente de ingresos del núcleo familiar, La tabla 10 muestra el resultado total y discriminado por mujeres y hombres.

Tabla 10 Resultados de la encuesta para residencia y fuentes de ingresos

Residencia y fuente principal de ingresos	Total	Hombres	Mujeres	S/N
1. ¿Su domicilio está en Cañas?	19	9	7	3
2. ¿Vive allí toda la semana?	19	9	7	3
3. ¿Su trabajo, aporta al ingreso familiar en forma regular?	10	6	2	2
4. Sin trabajo, pero con ingresos regulares pagos por el Estado (MIDES, Otros)?	6	2	4	0
5. ¿La familia depende de la venta y consumo de productos de huerta y animales de la chacra?	4	2	1	1
Total de encuestas	21	11	7	3

En el taller de agroquímicos existían dos personas oriundas de Melo, el resto de los concurrentes era de Cañas y residían allí toda la semana. En cuanto a los ingresos de la familia la mitad lo obtenían de trabajo y la otra mitad de prestaciones sociales o cultivo de la huerta o cría de animales. Predominando en el caso de las mujeres las prestaciones sociales. Un segundo bloque de preguntas se refiere a la predisposición al cambio en este caso medido a través de las preguntas de disposición a cambiar su trabajo actual o a complementar su trabajo actual

Tabla 11: Predisposición a cambiar o complementar la ocupación actual

Predisposición al cambio de fuente de ingreso	Total	Hombres	Mujeres	S/N
6. ¿Está buscando complementar sus ingresos mensuales?	20	11	6	3
7. ¿Cambiaría su trabajo u ocupación actual?	16	10	4	2
8. ¿Dispone de tiempo libre para ocuparse de otra actividad?	19	11	5	3
Total de encuestas	21	11	7	3

En un corte por género, se observa que los hombres salvo 1 todos están dispuestos a cambiar de trabajo y además todos están buscando completar sus ingresos. En las mujeres en cambio 6/7 quieren complementar ingresos y sólo 4 cambiarían su ocupación actual, 2 de ellas tiene trabajo con aporte regular al ingreso familiar y las otras 2 perciben prestaciones estatales. En cuanto a tiempo libre, 5/7 asumen que tienen tiempo disponible para ocuparse en otra actividad 3 de ellas perciben prestaciones estatales y las otras 2 no tienen ingresos regulares.

La respuesta de las mujeres con prestaciones sociales es una respuesta coherente con la reflexión de Elena Sosa ya que este instrumento es la única fuente de ingresos propia que pueden administrar a su criterio y tienen temor a perderlo si obtienen fuentes de trabajo regular. Este factor no influye en los hombres que tienen prestaciones sociales (2) o que tienen trabajo rural y que desean cambiar la ocupación o complementar su trabajo. Todos tienen tiempo libre para dedicarse a trabajos complementarios.

En síntesis los ingresos de las familias se asocian a trabajo remunerado, ingresos por prestaciones estatales y las menos actividades de huerta o cría de animales. La mayoría declara no tener trabajo (15/21). Los hombres con trabajo podrían cambiar su ocupación actual, no así la mayoría de las mujeres. Los asistentes buscan complementar sus ingresos y ese sería el principal motivo de asistencia a estas actividades. Entre los que tienen trabajo actualmente 6/9 estarían dispuestos a cambiar su ocupación actual, entre los que perciben ingresos de origen estatal 4/6 cambiarían su actual ocupación.

Un tercer factor de consulta fue las habilidades o competencias que poseen para integrarse a un trabajo grupal vinculado con la recolección y acondicionamiento de leña.

Tabla 12: Habilidades auto percibidas para el trabajo como leñero

Habilidades para el trabajo como leñero	Total	Hombres	Mujeres	S/N
9. ¿Se siente cómodo trabajando en grupo?	19	10	7	2
10. ¿Sabe manejar tractores, camionetas?	9	6	3	0
11. ¿Tiene conocimientos de mecánica automotriz?	5	5	0	0
12. ¿Acostumbra a montear para tener leña?	18	11	4	3
13. ¿Sabe manejar motosierras afilarlas y repararlas?	8	7	0	1
14. ¿Ha hecho cursos para usar motosierras?	2	2	0	0
Total de encuestas	21	11	7	3

Los resultados más alentadores son la disposición a trabajar en grupo y el conocimiento empírico de las labores de monte.

En general los hombres manifiestan saber conducir y manejar motosierras pero ninguno tiene cursos o certificados de dichas habilidades. El afilado y mantenimiento de las motosierras es una debilidad y por ello se presume que las condiciones de seguridad tampoco son óptimas. Los cursos de mantenimiento y correcto afilado de los elementos cortantes para esta tarea son importante para obtener buena eficiencia en el trabajo. La seguridad es indispensable pero debería más bien referirse al trozado, desrame, y criterios de seguridad en el arranque de la motosierra y traslado del equipo y por otro lado a principios básicos de ergonomía para evitar posiciones viciadas o esfuerzos incorrectos.

En el caso de las mujeres todas conocen la tarea pero sólo 4/7 está habituada a hacerla, verbalmente mencionan el hacha y el machete como herramienta usual, de las 3 que manejan vehículo 2 de ellas expresan que no trabajarían con motosierras. Se percibe que las mujeres tienen menos potencial para integrarse rápidamente como líder del trabajo por su falta de vínculo con las herramientas usuales del negocio. Similar situación se percibe entre los que no se identificaron con nombre.

En el caso de las mujeres, atender el sistema de cuidados u organizarlo para cuando ellas no están en el hogar supone un elevado costo emocional. La falta de un CAIF a tiempo completo en la semana o la dependencia de relaciones familiares fuertes para el cuidado de los niños a jornada completa limitan sus posibilidades de integrarse al trabajo a distancia o que exija amplios horarios durante la jornada.

Los residentes de Cañas se definen como localistas y asumen como un objetivo no trasladarse grandes distancia para conseguir sus medios de sustento. Este es un factor importante a tomar en cuenta en la planificación del trabajo ya que todos no están dispuestos a grandes traslados diarios. En la actualidad los residentes se trasladan para sus obligaciones diarias unos 40 km por día y aquellos que están trabajando más lejos en promedio se distancian dos días por semana. Los residentes en Melo declaran movilizarse en promedio 150 km/día.

Se consultó al grupo cual sería el valor de salario mensual que determinaría el cambio de ocupación. El rango de valores declarado va de un mínimo de 10mil y un máximo de 55mil. El valor promedio es 25 mil y la moda es 20 mil.

El régimen de trabajo más mencionado al momento de definir un nuevo régimen de trabajo en promedio es de 5 días a la semana 7 horas por día, la moda es de 6 días 8 horas, la diferencia de ambos valores se explica por 4 casos que refieren trabajar 3 o 2 días durante 8 horas este dato es coincidente con la idea de complementar ingresos y emplearse por debajo de las 20 horas semanales.

En el caso de la actividad rural 4 de los entrevistados mencionan huertas de entre 25 y 60 m² y 2 entrevistados mencionan tener ganado propio en un caso 40 cabezas y en otro 100 cabezas. Cuando se consultó en las actividades en las cuales se destacan surgieron oficios tales como domador de

caballos, alambrador o esquilador. Dos mencionaron actividades relativas a forestación uno plantador y otro planillero.

En cuanto a las preferencias por rol funcional los datos se presentan en la tabla 13.

Tabla 13: Preferencias de rol funcional para un nuevo puesto de trabajo

	Muy cómodo	Me siento capaz pero no me gusta	Lo hago con dificultad	Nunca lo haría
Trabajo de campo	17	2	1	1
Compra-venta	8	8	5	0
Actividades administrativas	7	1	8	5
Control de personal	10	3	4	4

Como se puede observar en la tabla 13 la preferencia de trabajo es hacia el trabajo de campo manual en la cual se sienten cómodos la mayoría de los encuestados, las actividades que impliquen lecto escritura son las más rechazadas. El control de personal es una actividad señalada por hombres y los que no se han identificado, ninguna mujer se halla cómoda en ese rol. Cuatro de los entrevistados hombres se hallan muy cómodos en cualquiera de las posiciones señaladas. Solo un tercio de los encuestados realizarían actividades de compra-venta con comodidad.

La encuesta y los comentarios realizados por los entrevistados permiten inferir que en Cañas es posible pensar en empresas mano de obra intensiva vinculadas a trabajo manual. No hay capacidades de dirección, planificación y administración por lo que debe pensarse en un apoyo externo para consolidar un grupo empresarial. El perfil de los encuestados corresponde al del empleado que puede vincularse con entusiasmo a una nueva actividad pero rápidamente puede desvincularse del sistema no son selectivos y la tradición los vincula a tareas rurales. El poblado se encuentra expuesto a muchas ideas de negocios por parte de organizaciones que apoyan el emprendedurismo (comida, textiles, turismo) pero las mismas personas acuden a todos los llamados y no se especializan en ninguno, los grupos son lábiles y algunas veces el abandono del grupo desestimula a los que permanecen y los grupos se desarman

No conocen el sistema de producción forestal y lo ven como una actividad ajena a la que no podrían vincularse porque los trabajadores tienen mucha movilidad territorial.

Cañas no se vincula mucho con los otros poblados del Municipio por diferencias socioeconómicas anteriores, en la actualidad la integración se observa como difícil.

La apuesta de trabajo en el formato emprendedor debe ser para los jóvenes que actualmente tienen 14 a 20 años. Debe orientarse hacia la aplicación de capacidades de lecto escritura y aplicación de la formación de secundaria. Estos jóvenes deben sentir que la educación formal secundaria es una herramienta de promoción social. Una alternativa que puede ir de la mano de innovación y un empoderamiento de nuevos procesos que los diferencie de sus pares y de sus progenitores es deseable. Los adultos con familia a cargo podrán cumplir procesos mano de obra intensivo en apoyo a estos jóvenes algunos en campos forestados otros en el propio centro poblado.

Objetivo IV: Análisis de factibilidad comercial, financiera, logística y ambiental.

Para definir los diferentes escenarios se plantean tres hipótesis de trabajo con diferente intensidad de capital:

1. Extracción manual de leña industrial de los predios Lumin en el período 2022-2026.
2. Extracción semi-mecanizada de biomasa maderable de eucalipto (punta fina, ramas y ramillas con corteza) en el período 2022-2026 para la producción de leña industrial y otros productos de valor.
3. Extracción mecanizada en un escenario de industrialización de la biomasa de los predios de Lumin y ex Lumin en el período 2022-2032 incluyendo la oferta de pino.

IV.1 Extracción manual para venta de leña a frigorífico entre 2022 y 2026

La composición de la oferta total de biomasa incluyendo todas las fracciones se presentó en la sección referida al [objetivo I](#), en la tabla 14 se presenta la síntesis para el período 2022-26 incluyendo todos los tipos de biomasa, la derivada sólo de punta fina y la correspondiente a ramas, todos ellas expresada en toneladas por año

Tabla 14: Oferta de biomasa, ramas y ramillas y punta fina (t/año) en el período 2022 -2026

Año	Total biomasa (hoja, corteza, ramas y punta fina)	Punta fina diámetro máximo 0,08m	Ramas y ramillas
2022	42403	1077	18428
2023	21222	1065	8697
2024	34232	1178	14569
2025	45005	1788	18914
2026	1157	196	336

Para las consideraciones económicas del escenario leña industrial se asume que se extrae sólo la madera de punta fina con un diámetro máximo de 0,08m. Considerando la distancia Cañas al punto de trabajo en el primer año la oferta se encuentra a sólo 5 km en el predio Macachín. Este predio con 1232,6 ha forestadas tendrá mayormente raleo de *E. grandis* de 14 años y tala rasa de árboles de 14 años.

El material a comerciar son rolos finos de leña para alimentar calderas. Según URSEA⁴ los operadores registrados con calderas a biomasa en Cerro Largo son:

- a. Elías Gomez Ltda. Melo caldera humotubular del año 1974, ocupa 32 m² con una producción de 1200 kg/h de escala pequeña
- b. Manos del Uruguay en Placido Rosas y otra en Fraile Muerto, caldera humotubular del año 2005, cada una ocupa 1,5 m², produce 50Kg /hora de escala E.

⁴ https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-energia-agua/sites/unidad-reguladora-servicios-energia-agua/files/2019-07/BHGV_2019_01_03.pdf

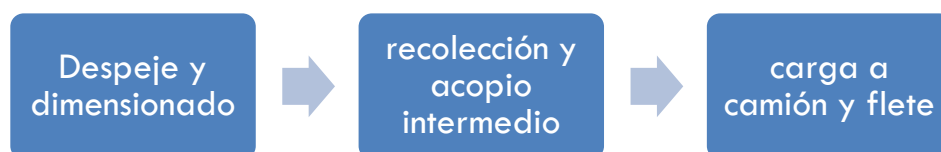
- c. Frigorífico PUL (Minerva foods), en Melo, caldera mixta del 2007, ocupa 413 m² produce 15000 kg/hora escala mediana
- d. Paso Dragon SA, en Placido Rosas caldera mixta del año 2011. Ocupa 360 m², produce 12000 kg/hora, escala mediana produce a partir de cáscara de arroz. Escala mediana
- e. Ecosold SA (bioración) en Melo, humo tubular del año 2012, ocupa 40m², produce 680 Kg/hora a partir de leña. Escala pequeña.

El comprador de mayor tamaño es el Frigorífico PUL y la puede adquirir en trozos de 1 o 2 metros de largo. Se debería gestionar especialmente la admisión de rolos finos ya que no son los preferidos en la operativa normal, y asociado a ello el precio puesto en planta de la tonelada. Las dimensiones finales de las trozas serán definidas por el frigorífico según su operativa de alimentación de calderas, si es alimentada manualmente con rolo se cortarán de a 1 metro, si es alimentada en forma mecánica es posible que se admitan de 2 metros.

La oferta teórica de punta fina es de 3,4 metros cúbicos por hectárea (2 t/ha según factor de conversión 0,6). De los 1077 mcs (646 t.) no todo podrá ser ingresado como leña y es posible que el frigorífico no compre trozas con menos de 5 cm de diámetro. Se hace el supuesto de que sólo llega a la calidad venta como leña industrial el 70% de la oferta teórica por tanto en 2022 se podrían entregar **750 mcs aproximadamente unas 450 toneladas.**

En base a los anteriores supuestos y suponiendo un precio en planta de 40 USD/mcs (66 USD/t) los ingresos brutos esperables serían de USD 30 000.

En este escenario se deben considerar el proceso de trabajo que implica las siguientes etapas:



En este escenario debe reflexionarse sobre la organización del trabajo. En principio se asume que los habitantes de Cañas se organizan en grupos de 5 personas (familiares o no) de los cuales uno cuenta con motosierra y los otros tres portan hachas /machetes y van por sus propios medios hasta el sitio de obra. Todos concurren provistos de zapato con puntera de acero, guantes, chaleco reflectivo y casco, el que lleva motosierra además tiene pantalón anticorte y casco con protección facial y auricular.

En Cañas es posible conseguir los servicios para acopio pequeño (tractor y zorra, camioneta) que les permite cargar la madera dimensionada fuera del monte y disponerla en puntos idóneos para la posterior carga en camión.

El proceso de trabajo avanzaría por fila de rameros. Delante van las dos personas que se ocupan del despeje, esto es dejar descubierta de ramas y leños más gruesos, se hace en forma manual con el apoyo eventual del hacha, machete o motosierra. El que porta la motosierra va detrás y hace los cortes necesarios para dimensionar la leña y la deja pronta para la carga. Finalmente, las otras dos personas cargan los rolos cortados sobre el vehículo y lo llevan al acopio. Esto supone que uno de los operadores debe saber conducir vehículo (en caso de contar con camioneta) o se alquila el servicio de tractor con zorra.

En el acopio las dos personas descargan el vehículo en forma manual y vuelven al rodal para levantar más carga.

No hay referencias sobre el rendimiento de esta labor en base a la estimación ya realizada de una velocidad de avance de 1,35 ha/hora de ramero, 4 ha de superficie efectiva. Considerando una tala rasa y la extracción sólo de punta fina la oferta máxima de material leñoso para dimensionar por hora es de 36 mcs. Considerando el tiempo de corte citado por Jofrè (2021) y que el motosierrista está capacitado en corte y uso eficiente del equipo, se asume que el material pronto para entregar por jornada sería de 10 mcs/J (6 t/j) sobre la base de jornadas de 8 horas efectivas de trabajo.

Este es un equipo teórico que según el rendimiento y la organización del trabajo puede ser de 3 o más personas. La mayoría de los asistentes plantearon su interés de complementar ingresos por lo que es posible que la integración de los equipos sea variable durante la jornada o entre jornadas.

Para estabilizar la producción debería haber por lo menos 2 equipos de 5 personas capaces de cubrir todas las jornadas laborales (5 días a la semana, 8 horas efectivas por jornada o 5 días por 4 horas en régimen de media jornada). **Una hora de trabajo produciría 1,25 mcs de leña (0,75 t)**

El punto crítico de avance es el motosierrista que debe tener claro la seguridad de traslado con equipo y dominio de los cortes para no perder excesivo tiempo en la limpieza y dimensionamiento de los rollos, los trabajos de despeje y carga pueden ser realizados por ayudantes, se presupuestó 2 pero deberían ser los necesarios para que no se atrase el trabajo de despeje.

Capacidades en Las Cañas: 20 personas con conocimientos de monte empleando herramientas como motosierra, machete y hacha. Sin conocimientos de manejo seguro de motosierra, afilado y mantenimiento. Sin medios de transporte especializados para transporte de ramas o troncos finos ni en acopio interno ni en ruta, sin experiencia de trabajo colectivo como empresa, sin formalización laboral. Con esta población sería posible formar 4 equipos de 5 personas.

Según lo expresado por los pobladores se aspira a una remuneración de 25 mil pesos uruguayos en base a 200 horas mensuales de trabajo. Esta aspiración supone una remuneración nominal de \$U 31686 más \$U 4000 de aportes personales lo que hace un costo total mensual de \$U35 686, equivalente a \$U 178 por hora de trabajo se asume **4 USD /hora** como costo mínimo salarial y sin diferenciar por función.

Si un equipo de 5 personas extraen 1,25 mcs (0,75 t) en una hora de trabajo, el costo salarial es de **16 USD /mcs (27 USD /t)**

INVERSIONES Y COSTOS:

Las inversiones para este proceso por un lado son los cursos de capacitación, costos de formalización e inversiones en equipos.

Los interesados en este trabajo deberían recibir cursos de afilado y uso seguro de motosierra, seguridad en el trabajo forestal. Talleres para facilitar la formalización y organización del trabajo así como el registro y control de sus procesos. Aquellos que aprueben estarían autorizados a entrar al predio para realizar labores con motosierra. Se sugiere la conformación de una empresa comercial para venta de leña al frigorífico, donde los interesados en trabajar full o partime se registren como jornaleros o destajistas que reciben su paga contra entrega mensual a frigorífico según las hectáreas despejadas por cada equipo. Si se generan excedentes estos estarían destinados a reforzar en equipamiento y cubrir la financiación inicial. Se estima esta inversión en USD 10 000 y el plazo de implementación entre 90 y 180 días.

La primera inversión necesaria para la operación es el capital de trabajo para la compra de combustible y el pago de proveedores antes de los primeros pagos por leña, este capital de trabajo se estima en USD 5000. Esta inversión tendría una vida útil de 2 años y un **equivalente por hora trabajada de 3 USD** y de **2,5 USD /mcs de leña extraída**

Inversiones en equipo: 5 motosierras de 30 cm de espada estimado en USD 250 cada una (el valor de una es para repuestos e insumos tales como cadena, espada, aceite de cadena herramientas de afilado, tanque de combustible).

La inversión propuesta es de $10000+5000+1250=$ USD 16250 considerando 20 pobladores de Cañas como los destinatarios significaría aproximadamente USD 800 por persona.

Los costos variables de operación de la motosierra 1,52 USD /hora y los costos fijos 0,22 USD /hora cálculos realizados en base a 2500 horas de vida útil o 2 años de uso. El equipo de seguridad de las 5 personas por equipo se aproxima a 0,5 USD /hora. Sin considerar mano de obra, el **costo de la etapa despeje y dimensionado sería USD /hora 2,24 equivalente a 1,8 USD/mcs de leña extraída.**

Suponiendo que el apoyo a la recolección y acopio sea con un vehículo arrendado que cobre 2,4 USD/mcs y que el flete a frigorífico sea con camión contratado que cobre 0,07 USD /mcs. Km y la distancia al frigorífico sea de 30 km resulta en un costo de flete de 2,1 USD/mcs. **La etapa 2 y 3 tendría un costo por metro cúbico de 4,5 USD /mcs.**

El costo de implementación por metro cúbico de este escenario sería de 2,5 USD (amortización de inversiones) + 1,8 USD (despeje y dimensionamiento) + 4,5 USD (acopio y traslado) + 16 USD (salarios) = 24,8 USD /mcs. Sobre este valor se debe agregar impuestos 4,6 USD /mcs estimados en un 25% del ingreso neto y un margen para imprevistos, seguros y otros. En resumen el costo total por metro cúbico en **34 USD /mcs.**

La viabilidad de este escenario está sujeta al precio y tipología de producto admitida por el frigorífico y a la eficiencia de trabajo de quienes operen que deberían tener un rendimiento como equipo de entre 1,25 y 1,8 mcs /hora para no entrar en pérdidas.

El flujo de caja del primer año (expresado en miles de USD, TC: \$/USD 45) se propone en base a una extracción de 100 mcs/mes pero esta cantidad es variable con el clima, el entrenamiento y la predisposición de los equipos de trabajo. Considerando que la capacitación pueda ser subsidiada al final del proceso quedaría un resultado en efectivo de 12 mil dólares para iniciar el próximo ejercicio.

Tabla 15. Flujo de caja mensual escenario venta de leña industria (Datos en miles de USD)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Inversión capacitación	1,0	3,0	3,0	3,0								
Capital de trabajo				5,0								
Inversión motosierras			1,3									
Costos mensuales					2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
ST egresos	1,0	3,0	3,0	8,0	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Ingreso por venta					4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Recuperación de inversiones												
Capital de trabajo												5,0
Inv. motosierra												0,65
Inv. capacitación												5,0
ST ingreso					4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	14,65
FNC	-1	-3	-3	-8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	12,35
FNC acumulado sin capacitación	0	0	-1,3	-6,3	-4,6	-2,9	-1,2	0,5	2,2	3,9	5,6	17,95

Primer año, supuesto se procesan 100 mcs/mes y como máximo 250 sobre un total disponible de 750 mcs de leña industria.

De mantener esa tasa de actividad, el flujo de los 5 años permitiría al finalizar el período obtener un ingreso en efectivo de 17 mil dólares en efectivo posible de destinar a la mejora de equipos de acarreo y carga o posible de pagar algún valor por la madera extraída. El detalle de la distribución de fondos como se puede ver en la tabla 16

Tabla 16: Flujo de caja anual probable para el escenario venta de leña industria en el período 2022 a 2026 (datos expresados en dólares)

	Unidad	\$/u	cantidad	0	1	2	3	4	5
OFERTA anual biomasa					1077	1065	1178	1788	196
Inversión en capacitación				10000					
Inversión en capital de trabajo				5000					
Inversión en equipos	unidad	250	5	1250		1250		1250	
Salarios	mcs	16	0,7		12062	11928	13194	20026	2195
Costos variables dimensionado	mcs	1,22	0,7		920	910	1006	1527	167
EPP	unidad	300	2,5		750	750	750	750	750
Acopio	mcs	2,4	0,7		1809	1789	1979	3004	329
Flete	mcs	2,1	0,7		1583	1566	1732	2628	288
ST egresos				16250	17125	18192	18660	29185	3730
Ingresos									
Venta de madera	mcs	40	0,7		30156	29820	32984	50064	5488
Recuperación cap. Trabajo									5000
Recuperación motosierra									625
ST ingresos				0	30156	29820	32984	50064	11113
FNC				-16250	13031	11628	14324	20879	7383

Nota: El año 0 se define como el momento en que finalizaron las erogaciones en capacitación inicial, formalización y adquisición de equipamiento, el año 1 corresponde a los primeros 365 días de procesamiento de subproductos,

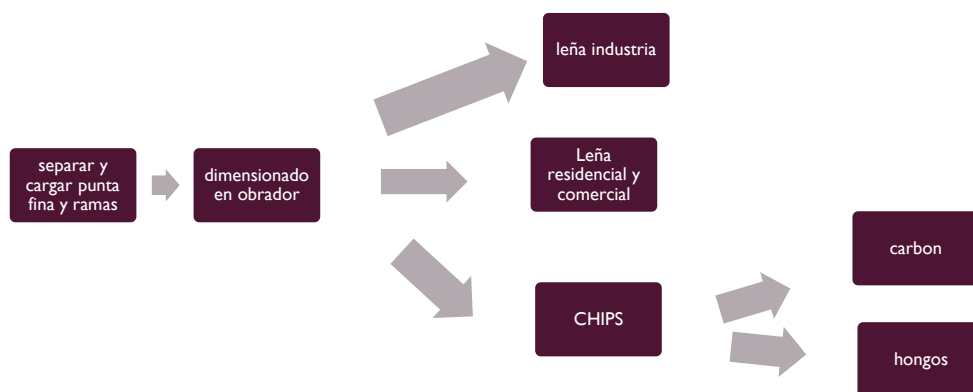
En este escenario y con los supuestos realizados es posible pagar todos los costos directos de producción y queda un excedente para los pobladores de Cañas del orden de los 10 mil dólares. Se supone que este monto se reinvierte dentro del mismo proyecto y no se distribuye entre los operarios. La remuneración de los operarios sería sólo el salario mensual establecido en base a sus aspiraciones. Los pobladores reciben además del salario conocimientos de seguridad y operativa forestal que les permite integrarse a otras cuadrillas de operación en caso de no consolidarse los grupos de trabajo locales.

Los factores críticos para asegurar la viabilidad económica:

1. El control de la eficiencia en uso de equipos de corte para minimizar el gasto de combustible (evitar aceleradas innecesarias, mantener afiladas limpias y lubricadas las cadenas, evitar roturas de espada y organizar el trabajo para reducir tiempos muertos y viajes en vacío).
2. Desarrollar conciencia de trabajo en equipo y valorar por igual todas las tareas de remoción asegurando su coordinación.
3. Desarrollar una adecuada logística para la entrega a planta de la leña a los efectos de abaratar costo de flete coordinado entre todos los grupos de trabajo.
4. Acompañar el proceso con registros de entregas al acopio intermedio y a la planta de fácil verificación por cualquier operador
5. Tener prevista la forma control de conductas oportunistas o competitivas entre los propios trabajadores.
6. Apoyar los líderes carismáticos para motivar al grupo y asegurarles la confianza necesaria en la labor colectiva.

IV. 2 Recolección semi-mecanizada de la biomasa y generación de otros subproductos

Este escenario tiene mayor nivel de inversión que el anterior pero el costo de producción de la leña industrial es similar. Se plantea como alternativa para integrar a más pobladores y para generar oportunidades a escala artesanal con otros subproductos de valor además de la leña industrial. Las etapas serían:



El proceso inicia con la recolección de material fibroso en campo, se carga manualmente sobre zorra y se lleva a un sitio de acopio cercano a Cañas sin reducir. En este caso se lleva punta fina, ramas y ramillas. En este caso las 5 personas cargan el material sobre zorra, el apoyo de motosierra es sólo para destrabar piezas. Se reduce el costo de acopio intermedio.

En el obrador ubicado en Cañas se clasifica la madera en leña industrial y leña comercial /residencial (la más gruesa va a industria la más fina al otro uso). La leña industrial se corta en trozos de 1 a 2 metros y se dispone mediante acopio manual en una zona para la carga a camión

La clase comercial que es más fina se clasifica según tamaño y largo y se puede pensar en embolsar en fardos de peso estándar (por ej, 25 kg) que puedan ser levantados por una persona. Estos fardos se acopian y se entregan contra pedido.

Como la leña fina es ampliamente usada en la zona se pueden vender al interior de Cañas e incluso pueden ser parte del salario de los operadores. El dimensionado puede ser con motosierra solamente o motosierra y sierra circular de banco. Si se decide embolsar en fardos sería conveniente contar con una balanza y un camión chico con guinche para facilitar la operativa de distribución y generar una imagen de calidad que induzca la demanda.

El volumen probable de autoconsumo se estima en 350 toneladas /año (supuesto un consumo base de 12 toneladas año por vivienda en 29 viviendas destinando la leña sólo para cocción de alimentos y calefacción) parte de los pobladores podrían integrarse sólo con la expectativa de tener cubiertas sus necesidades energéticas.

Si no se cuenta con una fuerza de ventas suficiente para rentabilizar la leña comercial, las ramas no industriales pueden destinarse a carbón en hornos metálicos cerrados^{5,6} Esta tecnología puede ser muy simple y artesanal Este carbón una vez frío puede destinarse a la venta para cocción de alimentos

⁵ <https://www.fao.org/3/x5328s/X5328S09.htm>

⁶ <https://teknycampo.com.ar/productos-de-teknycampo/hornos-para-elaboracion-de-carbon/>

o, puede molerse y mezclarse con fertilizante para el propio replante de Lumin o como biofertilizante para huertas según las referencias citadas.

Otro circuito alternativo para los finos es astillarlos, darles un golpe de calor con vapor y mezclarlo con otros aditivos para hacer bloques de madera sintética aptos para el cultivo de shiitake, en este proceso se puede incluir los residuos de aserradero de las unidades industriales ubicados en la cercanía de Melo.

El proceso de cultivo en bloques de madera sintética requiere de algún invernáculo que asegure temperatura y humedad adecuada para el crecimiento del micelio que lleva dos o tres meses y luego se comienza la cosecha ajustando la temperatura y ventilación en un local cerrado. Este cultivo es artesanal y puede ser llevado a cabo por parte de quienes por diferentes motivos no quieren o pueden alejarse de sus viviendas.

Un aspecto muy interesante de esta línea es el apoyo en ajuste metodológico y capacitación por parte de Latitud ya que es una de sus líneas de trabajo. Parte de las instalaciones y el ajuste del proceso podrían financiarse con fondos ANDE, ANII y LATU ya que hay interés de explorar esta vía de aplicación de los residuos de la industria forestal. La presencia de una comunidad interesada y de un instituto de educación como la UTU además de la empresa es un indicador muy favorable.

En cuanto a la comercialización del producto la venta en fresco presenta algunos desafíos como la necesidad de colocarlo en góndola muy rápidamente o la necesidad de empacarlo en bandejas con atmósfera controlada, cualquiera de las dos opciones no parece estar al alcance de los pobladores de Cañas. En este caso debería pensarse en el apoyo de un agente comercial o de un joint venture con un empacador mayorista. El shiitake es apreciado en Brasil y en caso de contar con aeropuerto funcionando podría exportarse en fresco pero lo más seguro es la venta a terceros que se ocupen de la comercialización o venderlo deshidratado para que empresas que ya tienen la marca luego lo fraccionen y distribuyan.

Esta línea de trabajo necesita de mayor información para poder hacer el estudio de factibilidad y también requiere de una masa crítica de pobladores que asuman como suyo el conjunto de la actividad. La línea de shiitake quizás es la más atractiva para los jóvenes que se encuentran haciendo la escuela agraria pue les daría una línea de ingresos asociado a sus planes de estudio.

Hay referencias de que el residuo del shiitake se puede usar como alimento de ganado, en la escuela agraria se puede probar la mezcla con otros alimentos para comprobar su palatabilidad y así poder dar un destino no energético adicional al residuo. También se puede comprobar su digestibilidad con el grupo de nutrición de Facultad de Veterinaria y de agronomía que están en Bañados de Medina.

Finalmente la pasteurización del sustrato del hongo permite usarlo como abono orgánico de fácil mineralización como mejorador de suelo. Cualquiera de los dos circuitos (carbón o shiitake) permiten incluir los residuos como mejoradores de suelo agrícolas-ganaderos con mínimo impacto en la calidad de los mismos. Estos estudios pueden demandar un año o dos, pero son plazos suficientes para ajustar la técnica de recolección y el volumen de material disponible para estos trabajos.

Las inversiones sugeridas asociadas con este escenario serían un vehiculó ligero tipo camión con caja para transporte de madera del monte y bolsones de leña comercial con un guinche incorporado para evitar grandes esfuerzos, una sierra de banco y un tinglado para guardar leña seca, una astilladora que funcione con la toma de fuerza del camión o de un tractor como la citada por Jofrè (2021) e instalaciones para el tratamiento térmico del sustrato del shiitake o instalaciones para producto el carbón en hornos transportables según la ruta de valorización elegida.

La secuencia de intervención sería 2022, igual al anterior escenario y durante ese año se trabaja en convenio con Latitud para el ajuste metodológico si es el caso del camino biológico o con la confección de los prototipos de carbón y la definición comercial del proceso (energía o sustrato) , 2023 se trabajaría con leña industrial y un 25% del volumen en la prueba alternativa , 2024 se podría destinar los finos a los procesos alternativos a un ritmo del 50 al 75% , para dejar a 2025 en adelante el ritmo normal de producción.

Un aspecto adicional a considerar en el apoyo de Latitud en el ajuste metodológico del cultivo de shiitake es incorporar la investigación biológica para los residuos de pino con hongos que facilitan la degradación inicial de la fibra y de los compuestos aromáticos para habilitar el desarrollo de los hongos lignívoros. La producción de carbón también es posible con las coníferas facilitando su introducción comercial como fuente energética salvando el problema de la corrosión de tuberías en las calderas humo tubulares.

Factores críticos para el funcionamiento de este modelo:

1. Liderazgo y capacidad de manejar equipos disímiles en simultáneo.
2. Control y correcta comunicación del uso de la fracción en autoconsumo para evitar conductas oportunistas.
3. Reconocer y promocionar las capacidades de los habitantes de Cañas para colocar leña de uso residencial.
4. Integrar a los jóvenes con mayor capacitación en las actividades de cultivo de hongos sobre todo en la etapa de cría del micelio e inoculación de los bloques.
5. Incluir a los pobladores con mayores dificultades de integración en la producción de carbón

Estas vías de trabajo permiten que los pobladores seleccionen la línea de trabajo más afín a su personalidad o grupo de referencia sin necesidad de que todos hagan todas las actividades.

VI. 3 Escenario industrializado y plazo 2022 -2032

Este escenario se plantea en forma general ya que requiere de varios acuerdos previos. Para los años 2022-2026 quizás sea más factible el desarrollo del escenario I y II. Ahora bien cuando ingresa la oferta de pino los volúmenes a trabajar exceden la capacidad de trabajo de las Cañas y también se pueden generar cuellos de botella en la comercialización de los subproductos que hagan caer los precios y tornen inviables las alternativas locales.

Un primer acuerdo a lograr es que las empresas forestales de los alrededores de Melo dispongan que sus subproductos post cosecha sean procesados en Cerro Largo. Este compromiso es importante para poder negociar con cualquier inversor industrial un aprovisionamiento regular de biomasa por lo menos durante la vida útil de la inversión principal.

Un inversor industrial que decida ubicarse en Cerro Largo cuenta hoy con beneficios en tarifas, subsidios y exoneraciones impositivas que facilitan la toma de decisión de instalación en esta zona del país, necesitará de un lugar específico para desarrollar su actividad y la definición de la zona posible debería ser acordada con la IDCL. Se propone que la unidad transformadora se ubique en un parque industrial ya que un subproducto que se obtiene es calor que no puede ser transportado y es un insumo frecuente de otras industrias no vinculadas a la madera.

Hay diferentes caminos de transformación, para el caso del pino una vía posible es el aserrado de piezas cortas en corte tangencial con un equipo de aserrado adaptado a diámetros finos. Parte de la

madera aserrable disponible en los raleos podría quedar en Cerro Largo con este fin. Partes y piezas que se puedan extraer de aserrado se destinarían a la construcción de viviendas estandarizadas tipo Wood framing. La madera se seca con estufas alimentadas con los residuos de aserrado y opcionalmente se puede impregnar.

Para facilitar la demanda de viviendas con este sistema constructivo la IDCL podría generar un plano normalizado de vivienda con habilitación que permitiría acortar el proceso de permisos de construcción y también garantizaría una calidad compatible con la inversión que se está realizando.

Trozos que no puedan ser aserrados pueden producir lana de madera y con ello se construyen paneles de aislamiento termo acústica también aplicable a la construcción de viviendas. Esta línea de trabajo destina la madera a usos no combustibles salvo el necesario para el secado.

Si se busca el desarrollo de productos energéticos considerando una opción más mecanizada los residuos se retiran de campo en fardos completos luego estos fardos se astillan si la línea es carbón activado ingresan al horno de pirólisis para producir carbón activado, si la línea es pellet torrefactado se muele el chipeado se zarandea y se someten al proceso de torrefacción ambas vías aplicables a pino y eucalipto. La tecnología de procesamiento está disponible y se pueden conseguir socios chilenos que ya tienen la *expertise* en la materia y exportan pellets hacia Uruguay.

Vivienda, pirólisis o pellets torrefactados son usos alternativos que compiten entre sí, por el volumen de residuos no podría pensarse en varios operadores en forma simultánea.

Una vía de financiamiento a explorar es un consorcio industrial entre los propietarios de bosques financiados con un fideicomiso industrial por parte de las AFAP. Ellas son acreedoras de buena parte del área forestal de la zona y este tipo de alternativas sería útil para incrementar la rentabilidad de los activos comprometida en los recursos forestales de la zona. Por otro lado los usos propuestos están vinculados a obra pública como es la vivienda o los filtros de OSE por lo que resulta más fácil garantizar los retornos.

Al pensar en retirar el residuo en fardos se puede afectar el ciclo biogeoquímico. Para contrarrestar este efecto parte del carbón producido puede ser empleado como vehículo para la restitución de minerales. Otra vía de restitución de minerales es clasificar el chipeado dejando los más finos para compostar con el agregado de materiales con alto nitrógeno (por ejemplo residuos de frigorífico) y luego restituir al sitio el compost resultante. Estas alternativas industriales podrían dejar margen para los usos artesanales propuestos.

La definición final de la ruta debe seguir los principios de la sostenibilidad por tanto debe satisfacer necesidades sociales (vivienda, trabajo de calidad) económicas (deben ser líneas auto sostenibles del punto de vista financiero) y ambientales estas últimas de gran importancia para los habitantes no forestales de Cerro Largo que perciben al cultivo forestal como esquilante de los suelos e incompatible con la producción agropecuaria.

Del punto de vista ambiental las líneas energéticas no son del todo limpias en la medida que parte del proceso libera CO₂ y gases a la atmósfera además de material particulado. Las líneas estructurales (vivienda) y biológicas son más amigables del punto de vista ambiental ya que tienen menor huella de carbono y de agua, eventualmente pueden significar un mayor costo de traslados para cuando se usan como mejoradores de suelo pero se evitan los procesos de acidificación tan mencionados en la bibliografía nacional.

IV. 4 Análisis comparado de las alternativas

Para realizar el análisis se trabajará con una matriz de factibilidad procesada en dos etapas. En la primera cada categoría se define cualitativamente según un criterio dicotómico si/no o un criterio de gradiente A, M, B (alto, medio o bajo) según la opinión de los entrevistados y los factores fueron seleccionados entre aquellos nombrados como importantes por los mismos.

La matriz de preferencia considera diferentes dimensiones la dimensión I son las capacidades de los pobladores del Cañas para asumir un emprendimiento en forma autónoma. En esta dimensión se observó el impacto en 5 componentes; I. La adecuación a las capacidades preexistentes o de fácil adquisición por los pobladores, II. la posibilidad de obtener financiación para la compra de equipos considerando que no tienen trayectoria empresarial y/o escasa documentación financiera, III. Que sean tareas aptas para personas con dificultad en lectoescritura, IV que se adapte a horarios flexibles sobre todo para mujeres con responsabilidades de cuidados o V que permita organizarse en días alternados para personas con vínculos laborales ocasionales con otros trabajos VI posible de asumirse con los bienes de capital y capacidad de organización ya existente, I.VII refiere al esfuerzo de ventas y la necesidad de realizar gestiones especializadas para negociar el producto , I.VIII la accesibilidad de la tecnología , refiere a la necesidad de pago de patentes o adquisición de los conocimientos técnicos específicos para encarar la actividad

Tabla 17: Matriz de preferencia organizada según el criterio cualitativo

Factor		Leña		Carbón		Shiita ke	Aserrado y coproduc tos ¹	Aceite esencial	Pellet torrefact ado
		Ind	Com	Ind.	Loc				
Dimensión local									
Capacidad de los trabajadores	I.I	si	si	no	si	no	no	no	no
Financiación PYME	I.II	si	si	no	si	si	no	no	no
Integra personas con dificultad en lectoescritura	I.III	si	no	no	si	si	no	no	no
Permite el trabajo por pocas horas o cerca del hogar	I.IV	no	si	no	si	si	no	no	no
Permite flexibilidad laboral (part time o días alternados)	I.V	M	A	B	A	M	B	B	B
Emplea capacidades preexistentes	I.VI	si	si	no	si	si	si	si	no
Esfuerzo de venta	I.VII	B	M	B	M	A	B	A	A
Tecnología disponible y accesible	I.VII I	si	si	si	si	no	no	no	no
Dimensión institucional									
Financiación MIEM		no	no	si	no	si	si	si	si
Apoyo Latitud		no	no	no	no	si	si	si	no
Apoyo fiscal		no	no	si	no	no	si	si	si

INFORME FINAL

Efecto positivo para IDCL		M	M	B	M	A	A	A	B
Requiere operarios especializados		no	no	si	no	si	si	si	si
Permite a LUMIN aplicar tarifa por extraer los subproductos		no	si	si	si	si	no	no	si
Dimensión ambiental									
Mantiene nutrientes del rodal		A	M	B	M	A	M	B	B
Mejorador de suelo		B	B	B	B	A	M	B	B
Libera CO2		si	si	si	si	no	no	no	si
Efecto positivo RSE		si	si	no	si	si	si	si	no

Notas al cuadro:

1. Aserrado y co-productos: considera planta de aserrado con secadero de pino orientado a producir partes y piezas para la construcción de viviendas, con los residuos de aserrado chipeado y producción de shiitake.

2. A: alta, M: medio, B: bajo.

La tabla 18 asigna puntaje a la dimensión local, valora los mismos factores y productos. En ella cada SI se pondera con el valor 1 y cada NO como 0. Cada A se pondera como 1, cada M como 0,6 y cada B como 0,3. Los aspectos de relevancia para la población local se ponderan con +4 si el efecto es positivo y -4 si significa una dificultad con un 3 si el efecto es positivo para cualquier promotor aunque no sea local.

Factor		Leña		Carbón		Shiitake	Aserrado y coprodutos ¹	Aceite esencial	Pellet torrefactado
		Ind	Com	Ind.	Loc.				
Dimensión local									
Capacidad de los trabajadores	4	1	1	0	1	0	0	0	0
Financiación PYME	4	1	1	0	1	1	0	0	0
Integra personas con dificultad en lectoescritura	4	1	0	0	1	1	0	0	0
Permite el trabajo por pocas horas o cerca del hogar	4	0	1	0	1	1	0	0	0
Permite flexibilidad laboral (part time o días alternados)	4	0,6	1	0,3	1	0,6	0,3	0,3	0,3
Emplea capacidades preexistentes	4	1	1	0	0	0	1	1	0
Esfuerzo de venta	-4	0,3	0,6	0,3	0,6	1	0,3	1	1
Tecnología disponible y accesible	3	1	1	1	1	0	0	0	0
Puntos		20,2	20,6	3	20,6	10,4	4	1,2	-2,8

Desde el punto de vista de la población de Cañas la mejor iniciativa es vender leña industrial, leña comercial y con los finos producir biochar de acuerdo a los resultados de la tabla. En este caso la principal restricción a levantar por la población es la financiación de equipos sin contar con antecedentes comerciales y financieros suficientes. Un promotor externo podría acceder a estos capitales pero se corre el riesgo de no favorecer el desarrollo local ni la promoción social de los habitantes.

La tabla 19, muestra la dimensión institucional en este caso el MIEM, LUMIN, LATU, IDCL, impositiva y la dimensión ambiental que incluye el efecto en el ciclo de nutrientes, la liberación de CO₂ o los efectos en la RSE empresarial. Los factores de interés de LUMIN se ponderan con un 3, los factores vinculados con la alcaldía e Intendencia de Cerro Largo así como con el MIEM se ponderan con un 2., si el impacto es a favor el signo es positivo, si significa una dificultad se pondera con signo negativo. El resultado final denominado puntaje es la sumaproducto de los ponderadores.

Tabla 19: Matriz de preferencia criterio cuantitativo

Factor	Peso	Leña		Carbón		Shiita ke	Aserra do +	Aceite escencial	Pellet T
		Ind	Co m	Ind.	Loc .				
Dimensión institucional									
Financiación MIEM	2	0	0	1	0	0	1	1	1
Apoyo Latitud	2	0	0	0	0	1	1	1	0
Apoyo fiscal	2	0	0	1	0	0	1	1	1
Mantiene nutrientes del rodal	3	1	0,6	0,3	0,6	1	0,6	0,3	0,3
Efecto positivo para IDCL	2	0,6	0,6	0,3	0,6	1	1	1	0,3
Permite aplicar tarifa por extraer los subproductos	3	0	1	1	1	1	0	0	1
Puntaje institucional		4,2	6	8,5	6	10	9,8	8,9	8.5
Dimensión ambiental									
Mejorador de suelo	3	0,3	0,3	0,3	0,3	1	0,6	0,3	0,3
Libera CO ₂	(-3)	1	1	1	1	0	0	0	1
Efecto positivo RSE	3	1	1	0	1	1	1	1	0
Puntaje ambiental		0,9	0,9	-2,1	0,9	6	4,8	3,9	-2,1

En base a este valor se define la lista de preferencias. Nótese que algunos ponderadores operan con el signo negativo como el esfuerzo de venta y la liberación de CO₂.

Finalizada la matriz se ordenaron las iniciativas posibles de acuerdo al puntaje obtenido. Los datos se presentan en la Tabla 20

Tabla 20. Ordenación descendente de las alternativas según suma de puntaje local, institucional y ambiental

Actividad	Puntaje
Leña comercial minorista	27,5
Carbón local minorista	27,5
Shiitake	26,4
Leña industrial	25,3
Aserrado y coproductos ¹	18,6
Aceite esencial	14
Carbon industrial	9,4
Pellet torrefactado	3,6

Como se puede observar, el escenario II descrito es más atractivo que el de la extracción sólo de leña industrial, la posibilidad de transformar más biomasa en procesos que incluyan las ramillas y ramas y en productos de mayor valor agregado genera más beneficios a los pobladores.

Del total de pobladores de Cañas es razonable pensar que la fuerza de trabajo mayoritaria se nucleará detrás de un contratista reconocido como buen gestor de recursos humanos y empleará entre 10 y 20 personas. El carbón y el shiitake son vías complementarias para quien no aspire a largas jornadas fuera del poblado al igual que la leña fina comercial y en esta ruta pueden integrarse mujeres con hijos pequeños y personas veteranas que no resisten jornadas largas a campo.

Sobre el temor de incendios en los hornos de carbón se puede observar en los links incorporados que es un proceso seguro que en algunos casos se realiza en el propio bosque. Reducir los restos a carbón mezclarlo con fertilizante y distribuirlos en las líneas de plantación puede ser un servicio de interés que puede prestar la comunidad a la empresa y que asegura una rápida reincorporación de los minerales al próximo ciclo productivo. Esta vía de incorporación permitiría enfrentar el concepto de acidificación del suelo.

La opción leña industrial es la más rápida y quizás sea que le presente menor esfuerzo físico pero se requeriría bastante apoyo para organizar la logística de recolección y distribución del producto y los márgenes que se obtienen son pequeños y pueden tornarse poco atractivos. Otro riesgo que se presenta es el uso de la motosierra sin medios de apoyo ante la eventualidad de accidentes ya que la mayoría no está capacitado para su uso con destreza. En esta alternativa el esfuerzo de capacitación es una inversión previa necesaria para que el grupo no pierda dinero.

El resultado de la priorización focaliza en el desarrollo de la pymes donde los actores de la Cañas puedan desarrollarse en forma autónoma a mediano plazo. En realidad es posible ejercer las cuatro primeras en forma simultánea si se logra contar con apoyo financiero para inversión o capital de trabajo para arrendar equipos como skidder y camión y se cuenta con una predio relativamente cercano a las poblaciones pero no adyacente que permita hacer de obrador. Las cuatro últimas opciones son capital dependiente y requieren una inversión mayor estas serían industrias que captarían trabajadores asalariados pero en el cual el proceso técnico y la comercialización tiene exigencias que superan ampliamente las capacidades locales.

El nivel de inversión en los procesos más industriales requieren se asegure la existencia de materia prima para su desarrollo por lo que es probable sea ejecutado por un consorcio entre las empresas con forestación local. Un inversor externo vería como una amenaza la alta dependencia de los proveedores de materia prima para iniciar un proceso donde además debe desarrollar un mercado.

La alternativa de tratar térmicamente las astillas de pino ya sea como pellets torrefactados para uso residencial o industrial en industrias con calderas mixtas o incluso la producción de carbón activado puede ser una vía de salida para los diámetros finos de pino y además la extracción de ese material del sitio es una vía de prevención de incendios y evitaría propagación de plagas.

V. Conclusiones, recomendaciones y limitantes

1. La biomasa disponible como subproducto luego de la cosecha está compuesta por hojas, corteza, ramas y punta fina, todos ellos pueden integrarse a circuitos de biovalor, pero no todos integran una oferta comercial sin tener antes un proceso de acondicionamiento previo.
2. Hojas y corteza son los que devuelven el mayor porcentaje de minerales y en general su destino es la mineralización in situ como parte del ciclo biogeoquímico de nutrientes. Toda extracción total de subproductos debe considerar una inversión en restitución de materia orgánica y minerales al sitio forestado.
3. En la zona la oferta de subproductos para los próximos 10 años provienen tanto de bosques de LUMIN como de fideicomisos y empresas forestales con igual especie y plan de manejo.
4. La oferta de biomasa de eucalipto es menor porque la fracción comerciable llega hasta los 0,08m de diámetro, en el caso de pino la fracción no comerciable puede llegar hasta los 0,19 m de diámetro porque no hay demanda como leña.
5. El uso energético del pino en forma directa en trozas está condicionado con el tipo de infraestructura de calderas de las industrias. La torrefacción y pirolisis soluciona ese inconveniente. En el caso de pellets los de pino son más apreciados por su poder calorífico superior al tener mayor contenido de lignina.
6. El uso energético de los subproductos forestales no se puede considerar una fuente limpia ya que al quemar se liberan gases de efecto invernadero.
7. La oferta de subproductos de LUMIN para los próximos 5 años pensando en el involucramiento de la comunidad de Cañas tiene un promedio de 1000 metros cúbicos al año de eucalipto y suponiendo un aprovechamiento del 75% permite un uso sostenible del punto de vista económico si se ofrece leña industrial, solo a través del volumen de punta fina
8. El volumen ofrecido permitiría ocupar unas 20 personas a tiempo completo por mes o su equivalente 4000 horas de trabajo mensual.
9. Las relaciones de precio entre materia prima (subproducto) y leña industrial son críticas para la viabilidad. El patrocinio de LUMIN en la negociación con los compradores es fundamental para que acepten un producto de mayor costo de manipulación y menor densidad energética por unidad de transporte.
10. Una limitante importante es la necesidad de capacitación y acompañamiento en el uso de herramientas de corte, seguridad ocupacional, gestión empresarial, técnicas de venta y gestión comercial en una comunidad receptora con dificultades de lecto -escritura.
11. La producción de leña residencial, carbón y hongos comestibles son las líneas de trabajo artesanales que asociadas con la extracción de leña industrial permiten la ocupación de mayor número de personas de la comunidad que quizás no se pudieran integrar a la extracción a campo por demanda familiar o capacidad personal.

12. La extracción mecanizada de los subproductos de los rodales abarata el costo de levantado y flete del material, disminuye el riesgo de propagación de incendios y genera mejores condiciones laborales pero, requiere de un consumidor de energía a corta distancia.

13. Cerro Largo no demanda gran cantidad de energía pero puede ser un interesante atractivo para un parque industrial tener una planta que ofrezca fuerza motriz, calor y vapor para los integrantes del parque.

14. Cualquier iniciativa de industrialización de subproductos de mediano a gran porte requiere un acuerdo previo entre los propietarios de bosques para no generar relaciones competitivas y facilitar la alimentación de la planta, pues de otro modo la inversión industrial no es redituable.

14. La restitución de minerales asociada al retiro de todo el material postcosecha, puede requiere complementarse con un sistema planificado de compostaje de la biomasa no empleada o con la aplicación de fertilizante asociado al biochar en el sitio de la cosecha.

15. En Cerro Largo hay déficit habitacional esta oferta de energía puede ser un factor para localizar un parque industrial especializado en la producción de partes y piezas para la construcción en y con madera.

VI. Bibliografía consultada

1. Alfian Z, Marpaung, H Taufik, M. Lenny, S Andriyani, S. Samosir. 2019. GC-MS Analysis of Chemical Contents and Physical Properties of Essential Oil of *Eucalyptus grandis* from PT. Toba Pulp Lestari. Asian Journal of Chemistry; Vol. 31, No. 10 (2019), 2319-2322
2. Baño, V., Godoy, D. and Vega, A. 2016. Experimental and numerical evaluation of cross laminated timber (CLT) panels produced with pine timber from thinnings in Uruguay In World Conference on Timber Engineering. August 22-25, 2016. Austria
3. Bello, N, Bey, O. 2013. Desarrollo del mercado residencial uruguayo de calefacción a biomasa. Proyecto final de Ingeniería industrial. Instituto tecnológico de Buenos Aires. 136 p.
4. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2018 Logística agroindustrial de Uruguay. La cadena Forestal.
5. Conicet Bahía Blanca El hongo shiitake. Boletín electrónico No. 29 https://bahia blanca.conicet.gov.ar/boletin/boletin29/indexe269.html?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=62
6. Croan S. 2004 Conversion of conifer wastes into edible and medicinal mushrooms. Forest products journal VOL. 54, NO. 2
7. Dieste, A. Cabrera, M. Clavijo, L. Casella N. 2019 La bio-economía forestal desde una perspectiva tecnológica. Montevideo. Uruguay. Facultad de Ingeniería. UR. Pdf
8. Elvers B Arbriza L. (2018) Estudio de factibilidad para el uso de residuos forestales con fines energéticos en Tacuarembó Tesis de grado. Facultad de Agronomía. UR. 70 p
9. Falcon V., Rogel L. 2016. Efecto del agregado al suelo de residuos procedentes de plantas procesadoras de madera en sus propiedades químicas. Montevideo Uruguay. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. UR.54p
10. Hitta M. Lorenzo, M 2012 Estudio de descomposición de residuos de cosecha de *Eucalyptus grandis* bajo diferentes manejos. Montevideo Uruguay. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. UR .40p
11. Jofré, M 2021 Evaluación del suministro potencial de astillas para uso energético en la Reserva Costera Valdiviana, comuna de Corral, región de Los Ríos. Tesis de grado Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos naturales. 40p.
12. Popper R., Rilla, N. Niemelä, K. Oksanen, J. Deschryvere, M. Matti Virkkunen M.(VTT), Loikkanen T. (Sapar). 2019. Forest-based Bioeconomy Areas in Uruguay and the World, Strategic openings by 2050.pdf
13. Sevillano, A Torres, P. 2013. Obtención de carbón activado a partir de madera. Estudio de prefactibilidad. Trabajo final Ingeniería Química con orientación petroquímica. Universidad Nacional de Cuyo. 245 p.
14. Uruguay Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP). 2019. Hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo, Uruguay 2050. Serie de divulgación – Volumen XII. Oportunidades para el futuro de la bioeconomía forestal en Uruguay.pdf
15. Ualde. J 2015. Extracción de nutrientes por plantaciones comerciales de diferentes edades de *Eucalyptus globulus* Labill en suelos de la zona este de Uruguay. Montevideo Uruguay. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. UR .65p
16. Lucia, A. González Audino , P. Saccacini, E. Licastro, S. Zerba, E. Masuh. H. 2007 disponible en <https://bioone.org/journals/journal-of-the-american-mosquito-control-association/volume-23/issue-3>
17. Marcel S. 2018 Use of essential oils as new food preservatives (Case: *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus crebra*). J Plant Sci Phytopathol. 2018; 2: 083-090. <https://doi.org/10.29328/journal.jpssp.1001023>
18. Ministerio de Desarrollo Social – Instituto Nacional de Estadística-Fondo de población de las Naciones Unidas 2013. Cerro Largo. Indicadores sociodemográficos seleccionados por Sección

- Censal, Localidades Censales y áreas gestionadas por municipios a partir de la información del censo 2011*. 28p.
19. Moya, L. Cardozo A, Cagno M, O'Neill H. 2015 *Caracterización estructural de la madera aserrada de pinos cultivados en Uruguay*. Uruguay LATU Maderas: Ciencia y Tecnología, 17(3), pp.597-612.
 20. Probio, 2013 contratación 2/11: *Consultor internacional para el Análisis del estado del Arte a nivel del sector forestal con una perspectiva global*. Informe Final. Montevideo. PNUD. Uruguay 51p
 21. Reyes, G 2018 *Aprovechamiento de residuos forestales en forma de biocarbón como alternativa agroecológica para la producción de madera de calidad de Acacia mangium Willd*. Bogotá D.C., Colombia. Tesis doctorado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. 264 p.
 22. Rodríguez A. Gariazzo, F Goinheix, S. Parada, C. Troncoso C. 2014 *Mapecto de capacidades territoriales y desarrollo productivo Oportunidades de intervención para el desarrollo local con inclusión*. MIEM-MIDES-IECON UR Montevideo Uruguay
 23. Tancredi, N. Cordero T, Rodríguez J Carbón activado a partir de residuos forestales Ingeniería Química No. 46 pp28-32. Disponible en <http://riquim.fq.edu.uy/archive/files/68af57d3d85d038f96ca50960f06c105.PDF>
 24. Zhnag, J. An M, Wu H, Stant, R Lemerle D 2010 *Chemistry and bioactivity of Eucalyptus essential oils*. Allelopathy Journal 25 (2): 313-330
 25. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-221X2015000300013&lng=en&nrm=iso
 26. <https://www.panelsforwalls.com/wood-wool-acoustic-panel/>
 27. <https://www.experimenta.es/noticias/industrial/hexagon-los-paneles-sostenibles-que-mejoran-la-acustica-de-form-us-with-love/>
 28. <https://www.oem.knaufinsulation.com/es/node/524>;
 29. <http://gala.gre.ac.uk/12036/1/Doc-0444.pdf>
 30. https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-energia-agua/sites/unidad-reguladora-servicios-energia-agua/files/2019-07/BHGV_2019_01_03.pdf
 31. <https://silo.tips/download/carbones-activados-medio-ambiente-y-energia-nestor-tancredi>
 32. https://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=info_86587_1_30052014.pdf
 33. <https://www.fao.org/3/x5328s/X5328S09.htm>
 34. <https://teknycampo.com.ar/productos-de-teknycampo/hornos-para-elaboracion-de-carbon/>

VII . ANEXOS

Anexo I : Términos de referencia

I. MARCO DE LA CONSULTORÍA

La intención de la presente consultoría surge a partir de un intercambio de ideas realizado entre el MIEM, la Asociación de Vecinos del Municipio de Cañas, la Intendencia Departamental de Cerro Largo, el LATU y la empresa forestal LUMIN, mediante el cual se busca, en esta primer etapa, identificar oportunidades de agregado de valor del sub producto forestal con una perspectiva de desarrollo local, para, en una etapa posterior, evaluar posibilidades de generación de empleo en la zona de influencia del Municipio de Cañas. El llamado tiene como finalidad contratar a un consultor o equipo de consultores para realizar un análisis de prefactibilidad técnica y económica de distintas alternativas vinculadas a la revalorización de subproductos forestales de campo en la zona próxima a la localidad de Cañas, en el departamento de Cerro Largo, con una perspectiva de economía circular y tendiente al fomento del desarrollo territorial. Según datos del Censo de 2011 realizado por el Instituto Nacional de Estadística, el departamento de Cerro Largo cuenta con una población de casi 85 mil habitantes, de la cual alrededor del 93% reside en el área urbana. La ciudad de Melo – capital departamental – es la localidad más poblada, y junto con la ciudad de Río Branco, concentran casi el 80% de la población total del departamento. Por su parte, la población rural alcanza apenas el 7% del total de los habitantes de Cerro Largo, aproximadamente 6 mil personas. En general, el departamento presenta indicadores sociales y económicos que se encuentran por debajo de los promedios nacionales, tanto en lo que se refiere a hogares por debajo de línea de pobreza, necesidades básicas insatisfechas, e índice a alfabetización. Según datos de la Encuesta Continua de Hogares, en el año 2019 Cerro Largo presentaba las tasas más bajas de actividad y empleo del país, y los porcentajes de informalidad laboral más altos, superando el 43% de las personas ocupadas. A lo anterior cabe agregar que aproximadamente el 20% de los jóvenes del departamento no estudia ni trabaja. Las principales actividades productivas del departamento son la ganadería, el arroz, los servicios agropecuarios, la industria frigorífica, y la forestación. En el año 2018, Cerro Largo contaba con aproximadamente 85.000 hectáreas efectivas de plantaciones forestales, lo que equivale a un 6% del área total del departamento. Próximo a las regiones con mayor presencia de forestación, se encuentran la localidad de Arévalo con 272 habitantes según el Censo de 2011, y la región circundante al Municipio de Cañas, con una población estimada de 240 habitantes.

II. ANTECEDENTES

Un antecedente cercano relevante, es el proyecto desarrollado en Tacuarembó durante el año 2020, del cual participaron MIDES y LUMIN, mediante el cual se buscó fomentar el desarrollo de pequeños emprendimientos productivos familiares, a través del uso responsable de los productos del bosque. Para ello ambas instituciones trabajaron en forma conjunta, el MIDES con sus diferentes programas, y LUMIN a través de actividades de responsabilidad social empresarial. Un segundo antecedente que cabe mencionar, es el Proyecto de valorización de subproductos de la industria del sector de transformación mecánica de la madera, que lleva adelante el MIEM en conjunto con Latitud – Fundación LATU, que actualmente se encuentra en sus etapas finales. Por su parte, desde 2016, Intendencia MIEM-Dinapyme y LATU e han venido desarrollando acciones de forma coordinada en el departamento de Cerro Largo con el objetivo de fortalecer a las MIPYMES de Cerro Largo.

III. OBJETO DEL LLAMADO

El objetivo general es la contratación de una consultoría para analizar nuevas oportunidades de producción, en torno al Municipio de Cañas, considerando la disponibilidad de subproductos del sector forestal-maderero existentes en la región, con una perspectiva de economía circular y enfoque desarrollo territorial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA CONSULTORÍA:

Objetivos específicos de la consultoría:

1. Caracterizar las especies preponderantes en la región (pino y eucaliptus), tomando en cuenta el volumen existente, sus potenciales flujos en el tiempo – considerando un horizonte temporal de 5 a 10 años y principales características productivas que permitan definir las oportunidades de valorización.
2. Identificar oportunidades de valorización del subproducto y priorizarlas considerando su demanda, generación de oportunidades laborales sostenibles, necesidades de inversión, principales requisitos tecnológicos, otros recursos, así como las restricciones existentes en territorio.
3. Realizar una evaluación de prefactibilidad técnica y económica de las oportunidades priorizadas. Se debe incluir recomendaciones sobre cuáles productos tendrían más viabilidad, considerando aspectos técnicos, económicos, logísticos, comerciales y territoriales.
4. Realizar una caracterización de los actores locales involucrados que permita generar una hoja de ruta para el logro de las competencias y definir posibles estructuras organizativas.

IV. PERFIL DEL EQUIPO DE CONSULTOR

Requisitos obligatorios:

- La propuesta deberá ser presentada por un consultor o equipo de consultores vinculados a las áreas de ingeniería, producción y/o economía, con conocimientos y experiencia comprobables vinculados al sector forestal-maderero.
- Presentar un programa de trabajo donde se explicita el esquema metodológico que se utilizará, una descripción de las tareas a realizar, y un cronograma de actividades.
- Los consultores no podrán ser funcionarios/as del Estado uruguayo, gobiernos departamentales, entes autónomos o servicios descentralizados, exceptuando el grado docente.

Se valorará especialmente:

- Que él/los postulantes hayan realizado capacitaciones, asistencias técnicas y/o desarrollo de productos vinculados a la cadena forestal, priorizándose el desarrollo de actividades relativas a la revalorización de subproductos de la cadena forestal maderera.
- Se considerarán conocimientos comprobables en temas vinculados con producción forestal y valorización de subproductos de la cadena forestal maderera economía circular, desarrollo económico territorial, elaboración de planes de negocios, e incubación de empresas.
- Experiencia en trabajos de consultoría realizados por equipos interinstitucionales y multidisciplinarios.

V. ENTREGABLES:

1. Propuesta metodológica de la consultoría y plan de trabajo asociado ajustado.
2. Informe caracterizando la oferta de subproducto forestal actual y previsto para los próximos años.
3. Informe de oportunidades identificadas y su priorización.
4. Informe de las evaluaciones de prefactibilidad técnico y económica de las oportunidades detectadas priorizadas, incluyendo una caracterización de los actores locales involucrados.

Este documento deberá incluir además recomendaciones para la priorización de dichas oportunidades de valorización. Se espera que a partir de dicho informe se puedan elaborar planes de negocios concretos para las oportunidades priorizadas

5. El consultor/equipo consultor debe realizar dos presentaciones de los resultados, en una instancia a las instituciones participantes y otra instancia posterior a definir entre la empresa y la Intendencia.

Anexo 2: Abreviaturas y siglas

LATU: Laboratorio Tecnológico del Uruguay

TIG: Timberland Investment Group

BTG Pactual: banco de inversión de Brasil

IDCL: Intendencia Departamental de Cerro Largo, gobierno departamental

MEVIR : Movimiento para la erradicación de la vivienda insalubre rural

PYMES: acrónimo para pequeña y mediana industria

ORT: Universidad privada

MVOTMA: Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial

Ha.: hectárea superficie equivalente a 10.00 metros cuadrados

Kg: kilogramo peso equivalente a 1000 gramos

Km²: kilómetro cuadrado unidad de superficie equivalente a 1 millón de metros cuadrados

mcs: metro cúbico sólido, volumen de madera sin aire por el apilado

m: metro unidad de longitud

m³: metro cúbico unidad de volumen aplicada a productos

MW : 1000 wats unidad de potencia

t: tonelada peso equivalente a 1000 kilos

