



Ministerio
**de Industria,
Energía y Minería**

**PROYECTO DE VALORIZACIÓN DE
SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DE
TRANSFORMACIÓN MECÁNICA DE LA MADERA**

**RESIDUOS DE LA CADENA DE
TRANSFORMACIÓN MECÁNICA DE
LA MADERA EN URUGUAY**

**Silvia Böthig
Stephany Arrejuría**

15/12/21

TALLER

**Biorrefinerías en la Cadena Forestal:
Oportunidades para la madera de pino**

Contexto y antecedentes



latitud.org.uy

Políticas nacionales convergentes hacia el **desarrollo sostenible** de la **bioeconomía nacional** y dentro de ello la **bioeconomía forestal**.

Diversificación de matriz energética, convergencia a fuentes renovables. Energía eléctrica a partir de biomasa de origen agroindustrial y forestal. La biomasa representó en 2019 un 9% de la capacidad total de generación. (Dirección Nacional de Energía, 2020).

Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible (2019) para integrar la dimensión ambiental en las prioridades del desarrollo nacional.

Plan de Acción en Economía Circular (2019) para impulsar economía circular en el marco del desarrollo sostenible del país. Énfasis en la valorización de los materiales.

Estrategia Nacional de Desarrollo Uruguay 2050 (OPP) para definir líneas estratégicas. Valorización de residuos como un aspecto prioritario.

Ley de Gestión Integral de Residuos (N° 19.829) (2019) que establece los cimientos de la planificación y la política de gestión de residuos a nivel nacional y departamental.

Contexto y antecedentes



latitud.org.uy

Proyectos destacados:

- Biovalor
- Estudio Prospectivo del complejo forestal-madera
- PROBIO

Relevamiento de Rivera-Tranqueras

Intendencia Departamental de Rivera, la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) y la Dirección Nacional de Artesanías, Pequeñas y Medianas Empresas (MIEM-DINAPYME)

Fortalecimiento de la industria de la madera de la Región Norte, con énfasis en la competitividad de las MIPYMES” (Cerro Largo y Tacuarembó)

Intendencia Departamental de Rivera, la Intendencia Departamental de Tacuarembó, el Municipio de Tranqueras, y ADEMA.

Objetivo y alcance proyecto



Ministerio
**de Industria,
Energía y Minería**



Con el objetivo de implementación de la **Hoja de Ruta Forestal** y en el marco de las políticas mencionadas, la **Dirección Nacional de Industria (DNI)** del **MIEM** solicitó a Latitud la realización de este trabajo .

Objetivo

Contribuir con más información sobre los residuos generados por la industria de transformación mecánica de la madera y realizar una evaluación preliminar de la factibilidad de la valorización de estos residuos lignocelulósicos, a través de su transformación industrial.

Alcance

Residuos lignocelulósicos del **sector de transformación mecánica de la madera** en Uruguay.

Latitud
FUNDACIÓN LATU

latitud.org.uy

Objetivo y alcance relevamiento de residuos



latitud.org.uy

Objetivo

Relevar cantidad y tipos de **residuos lignocelulósicos** provenientes de la industria de **transformación mecánica de la madera** del país, como materia prima para una posible **transformación industrial posterior**.

Alcance

Residuos lignocelulósicos del **sector de transformación mecánica de la madera** en Uruguay (aserraderos, fábrica de tableros contrachapados, plantas de astillado).

Incluye:

- Empresas con consumo ≥ 1.000 m³/año

Excluye:

- residuos de manejo silvicultural
- residuos de combustión
- otros residuos no lignocelulósicos generados por estas empresas

Metodología



latitud.org.uy

Cuatro insumos principales

1. Encuesta de Aserraderos 2020
2. Encuesta de Residuos de Aserradero:
 - empresas con un consumo superior a los 1.000 m³/año.
 - fuera del alcance: empresas pequeñas en situación de informalidad, segunda y tercera transformación, carpinterías y mueblerías, plantas de impregnación, empresas fuera de la base de datos de DGF)
3. Encuesta de Residuos de Industria de Tableros Contrachapados.
4. Encuesta de Residuos de Plantas de Astillado.

Procesamiento de información

Definición de clases:



Clase 1: > 50.000 m³

Clase 2: 4.000 a 50.000 m³

Clase 3: < a 4.000 m³

Unidades y factores de conversión

Consumo: unidades másicas (t/año) o volumétricas ($m^3/año$)

Residuos: $m^3/año$, t/año, kg/mes, camiones mes, carretillas diarias

Consumo anhidro: contenido de humedad en base húmeda (CHBH) de las trozas y peso específico aparente básico (PEAB), que es el cociente entre el peso anhidro y el volumen verde de una pieza.

Eficiencia de transformación primaria o rendimiento de aserrado: Relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza. También se define como el volumen de productos obtenidos versus el volumen de troza empleada. (INAB, ITTO, 2016).



Resultados

Empresas encuestadas

Cantidad de empresas con información aportada por DGF

	Número de aserraderos
Base de datos original	105
Información recibida	79
Cese de actividad (cerrados)	7
Sin respuesta	7
No participan	9
Fuera de alcance	3

Cantidad de empresas incluidas en el relevamiento de residuos

	Número de empresas	Número de respuestas obtenidas
Aserraderos	55	29
Fábrica de tableros	1	1
Plantas de astillado	5	4

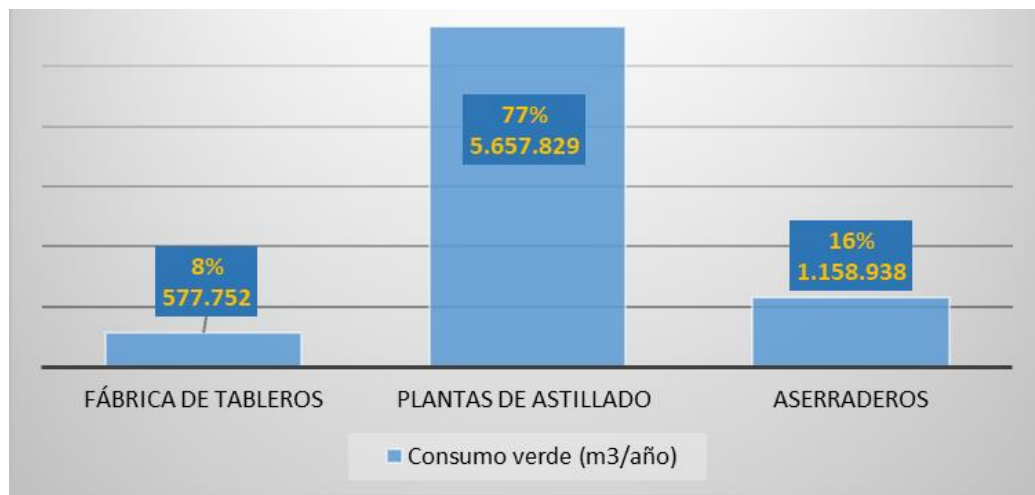


Resultados

Empresas encuestadas- Consumo anual de materia prima

Consumos relevados por tipo de empresa, incluyendo los 74 aserraderos, planta de tableros contrachapados y plantas de astillado.

	Consumo verde (m ³ /año)	Consumo verde (%)	Consumo anhidro (t/año)	Consumo anhidro (%)
Fábrica de tableros	577.752	7,8	250.568	6,7
Plantas de astillado	5.657.829	76,5	2.984.300	79,4
Aserraderos	1.158.938	15,7	524.167	13,9
Total	7.394.519		3.759.036	



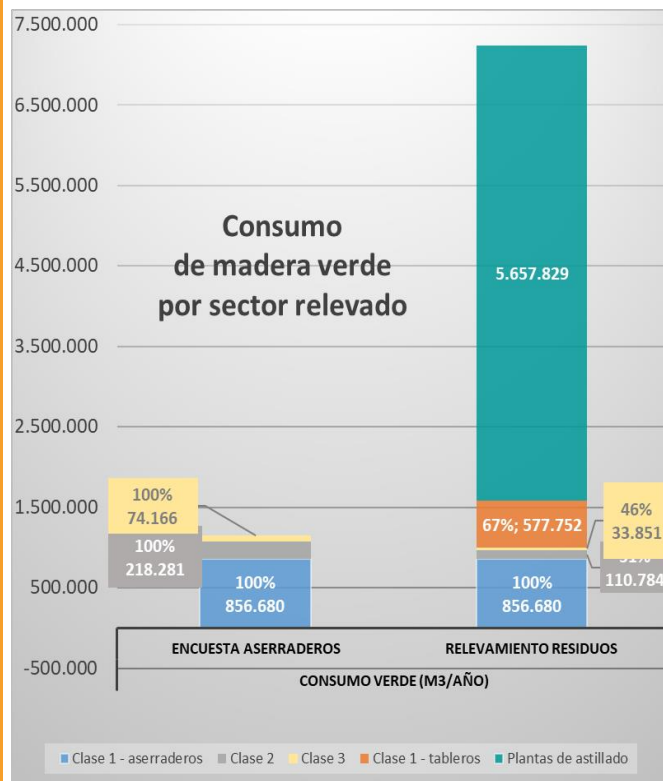
Empresas encuestadas- Consumo por sector productivo

Consumo verde de las dos encuestas consideradas en este trabajo totales y por clase en m³/año y comparación de consumos como porcentaje de encuesta de residuos sobre encuesta de aserraderos.

Resultados



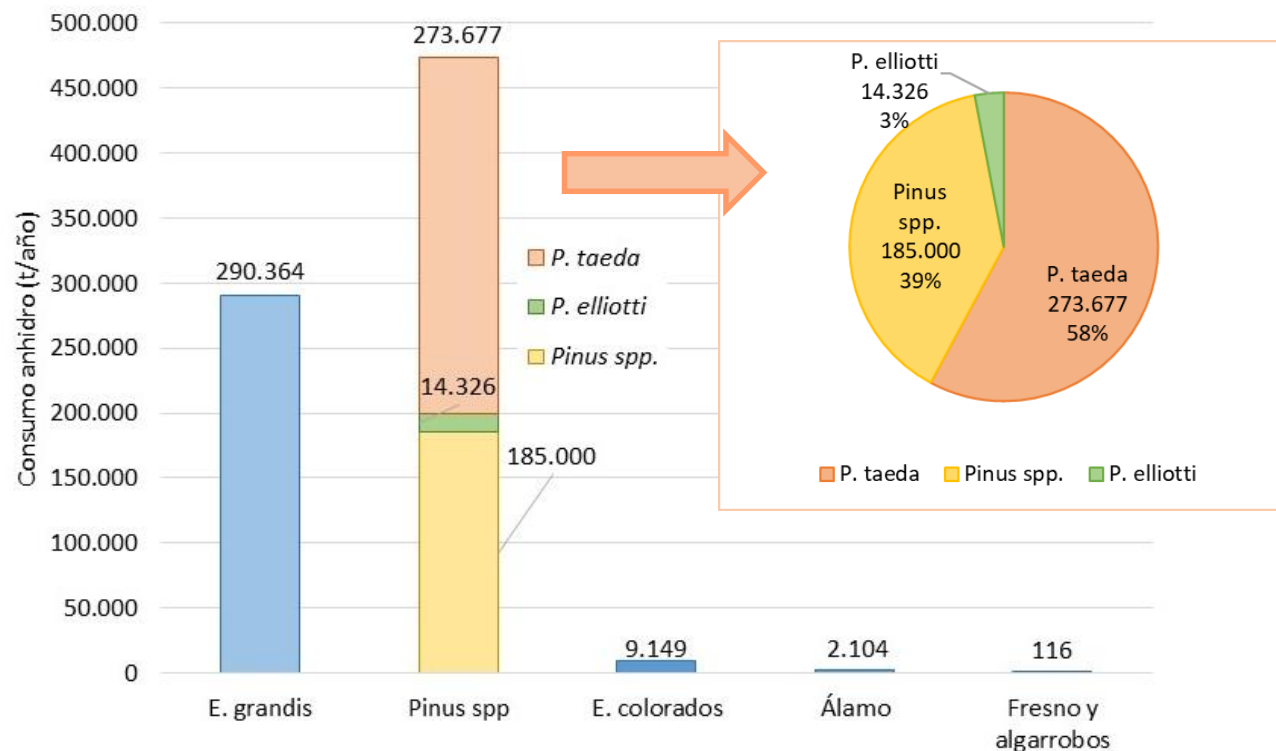
latitud.org.uy



Clase		Consumo verde (m ³ /año)		Relación (%)
		Encuesta aserraderos	Relevamiento residuos	
Clase 1	Aserraderos	856.680	856.680	100
	Planta contrachapado	-	577.752	67
Clase 2		218.281	110.784	51
Clase 3		74.166	33.851	46
Plantas de astillado			5.657.829	
Subtotal aserraderos		1.149.127	1.001.314	87
Subtotal aserraderos y contrachapado			1.579.066	137
Total aserraderos, contrachapado y astillado			7.236.895	630
TOTAL		7.384.708		643

Empresas encuestadas- Consumo por especie

Consumo anual expresado en base anhidra, de 74 aserraderos y fábrica de tableros contrachapados correspondiente al 2019 agrupado por especies y grupos de especies; en diagrama incluido se muestra la composición del grupo *Pinus spp.*



Cantidad de residuos generada

A. Estimación en base al consumo

(C)-consumo

(E)- eficiencia o rendimiento

(R)- residuos totales producidos

$$R = C \cdot (100 - E/100)$$

Aspectos a clarificar en los reportes:

- la mayoría no diferenció entre eficiencia de primera transformación o eficiencia global
- trozas con o sin corteza
- eficiencia volumétrica (volumen tablas/volumen trozas) o másica (peso producto/peso trozas)

Para empresas con proceso de secado:

- eficiencias transformadas según cantidades de producto final / cantidad de materia prima, expresados en las mismas condiciones.
- humedad final producto se estimó de acuerdo con humedad objetivo de secado reportado.



Cantidad de residuos generada

B. Estimación en base a potencial máximo de producción

$$R \text{ pot} = C \text{ máx} \cdot (100 - E/100) + R \text{ fut} - R \text{ apr}$$

(C)-capacidad máxima

(E)- eficiencia

(R fut)- residuos futuros

(R apr)- residuos aprovechados

(R)- residuos totales potenciales

A través de la capacidad máxima instalada y la eficiencia, se infirió la cantidad máxima potencial de generación de residuos.



Resultados

Cuantificación de residuos generados

Residuos generados por los sectores encuestados:

- Residuos de aserraderos y de fábrica de contrachapado estimados a partir de consumo.
- Valores de plantas de astillado relevados.

	Residuos anhidros estimados (t/año)	Relación Residuos/Consumo (%)	Contribución del sector (%)
Fábrica de tableros	139.222	55,6	27
Plantas de astillados	74.926	2,51	15
Aserraderos	301.455	57,5	58
Total	515.602		

Si bien las plantas de astillado manejan el 76,5% del volumen verde de la madera, la cantidad de residuos informada es menos relevante debido a la baja proporción de residuos generados (2,5%).



Resultados

Eficiencias reportadas

Resumen de eficiencias global reportadas para los 74 aserraderos relevados en la Encuesta de Aserraderos.

	Eficiencia aserradero portátil/tradicional	Eficiencia aserradero con elaboración	Eficiencia aserradero con remanufactura
Promedio reportado	56,6	59,2	57,1
s	9,9	14,7	30,4
Mín	40,0	38,1	32,7
Máx	80,0	90,0	91,1
n	34	22	3
No reporta	11	4	1
CV (%)	186	25	53



Referencias: Mín=mínimo; Máx=máximo; n=tamaño de muestra; s=desviación estándar; CV= coeficiente de variación.



Resultados

Eficiencias reportadas

Resumen de eficiencias global corregidas **sin “outliers”** para los 74 aserraderos relevados en la Encuesta de Aserraderos.

	Eficiencia aserradero portátil/tradicional	Eficiencia aserradero con elaboración	Eficiencia aserradero con remanufactura
Promedio sin outliers	54,4	52,5	40,1
s	5,4	8,3	10,5
Mín	45,0	38,1	32,7
Máx	63,5	65,6	47,5
n	27	17	2
No reporta	-	-	-
CV (%)	10	16	26

Referencias: Mín=mínimo; Máx=máximo; n=tamaño de muestra; s=desviación estándar; CV= coeficiente de variación.

Las eficiencias reportadas por fuera del rango esperado, construido a partir del promedio y la desviación estándar de la muestra ($x-2s$, $x+2s$), fueron eliminadas para el cálculo de los residuos estimados.

Resultados

Residuos reportados y eficiencias calculadas

Residuos cuantificados anhidros por sector industrial y su contribución al sector.

	Residuos anhidros cuantificados (t/año)	Residuos/Consumo	Contribución del sector (%)
Fábrica de tableros	132.041	52,7	27,7
Plantas de astillado	74.926	2,51	15,7
Aserraderos	270.124	59,0	56,6
Total	477.090		

El total de los residuos generados fue calculado como la suma de las cantidades reportadas, con la excepción de 10 casos en que los residuos totales fueron estimados a través de la eficiencia.

Resultados

Ventajas y limitaciones de ambos métodos

Estimación por consumo y eficiencia de proceso

Limitaciones

- Asume que todo lo que no se convierte en producto es residuo recuperable, no discrimina entre diferentes formas de residuos.
- El valor de eficiencia declarado debería ser el resultado del control sostenido del proceso (más preciso).
- Método de procesamiento de esta información depende de las suposiciones realizadas de humedad final de los productos verdes y secos al aire, así como de los supuestos de consumo de trozas con y sin corteza.

Ventajas

- Abarcó muestra mayor.
- Permite extrapolar posible disponibilidad de residuos.
- Más confiable, ya que es de esperar que se tenga más control de producción y consumo de materia prima.



Latitud
FUNDACIÓN LATU

latitud.org.uy

Resultados

Ventajas y limitaciones de ambos métodos

Estimación de residuos según fracciones reportadas

Limitaciones

- Depende de la evaluación realizada por el encuestado (la mayor parte de las empresas no cuantifican sus residuos).
- En algunos casos las cantidades reportadas se apartaron de valores esperables para el proceso (algunas excedían el consumo declarado en la encuesta de aserraderos y algunas no pudieron proporcionar información).
- Abarcó menor tamaño de muestra.

Ventajas

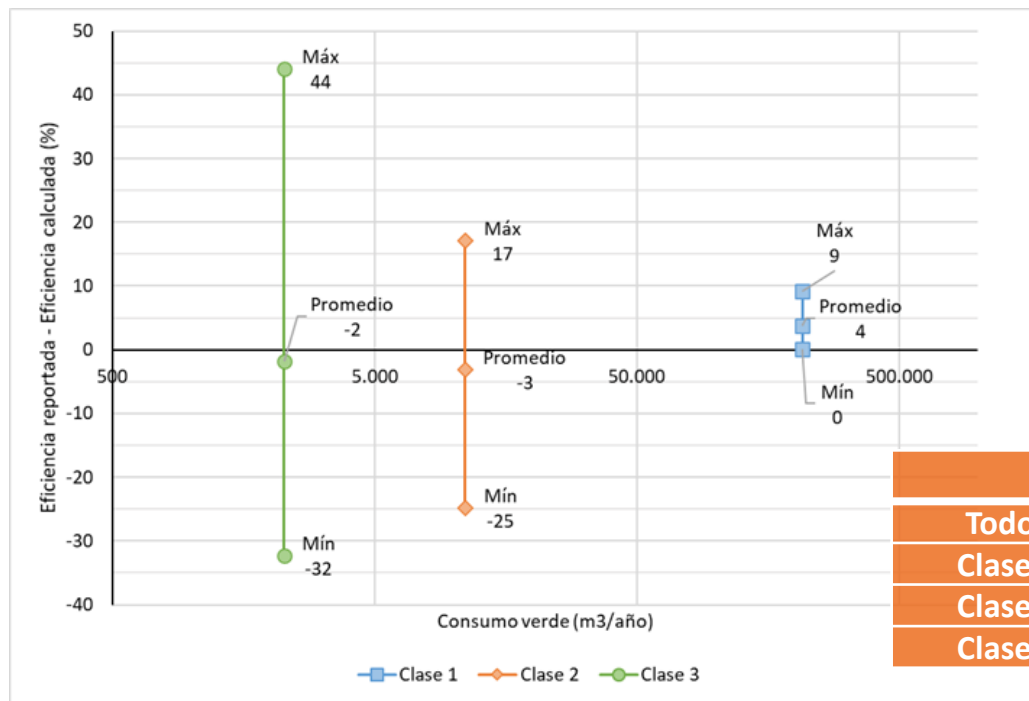
- Proporciona más información, discriminando entre los diferentes tipos de residuos generados en el proceso.
- La información adicional permitió estimar posible disponibilidad de residuos.



Estimación por eficiencia de proceso vs. Estimación de residuos reportados y eficiencias calculadas

Resultados

Promedio y rango de variación de la diferencia entre la eficiencia reportada y la eficiencia calculada en % en función del consumo verde promedio en m³/año para las tres clases de tamaño de aserraderos.



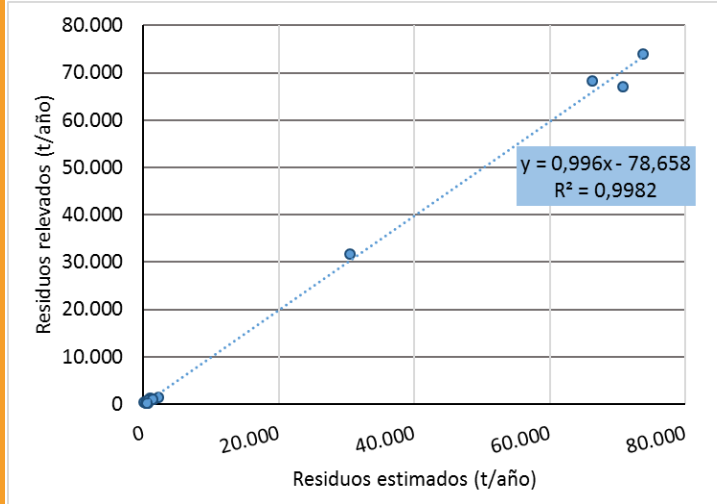
	Diferencia (%)
Todos	0,9
Clase 1	0,1
Clase 2	6,8
Clase 3	8,1



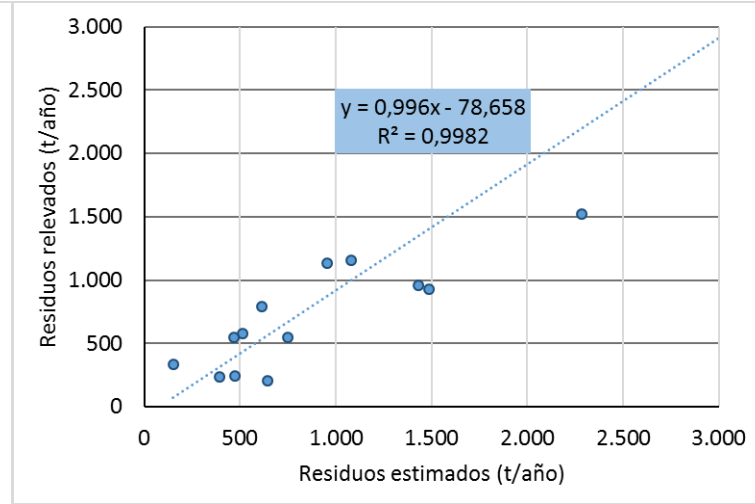
Estimación por eficiencia de proceso vs. Estimación de residuos reportados y eficiencias calculadas

Resultados

Todas las empresas.



Ampliación del rango 0 a 3.000 t/año.



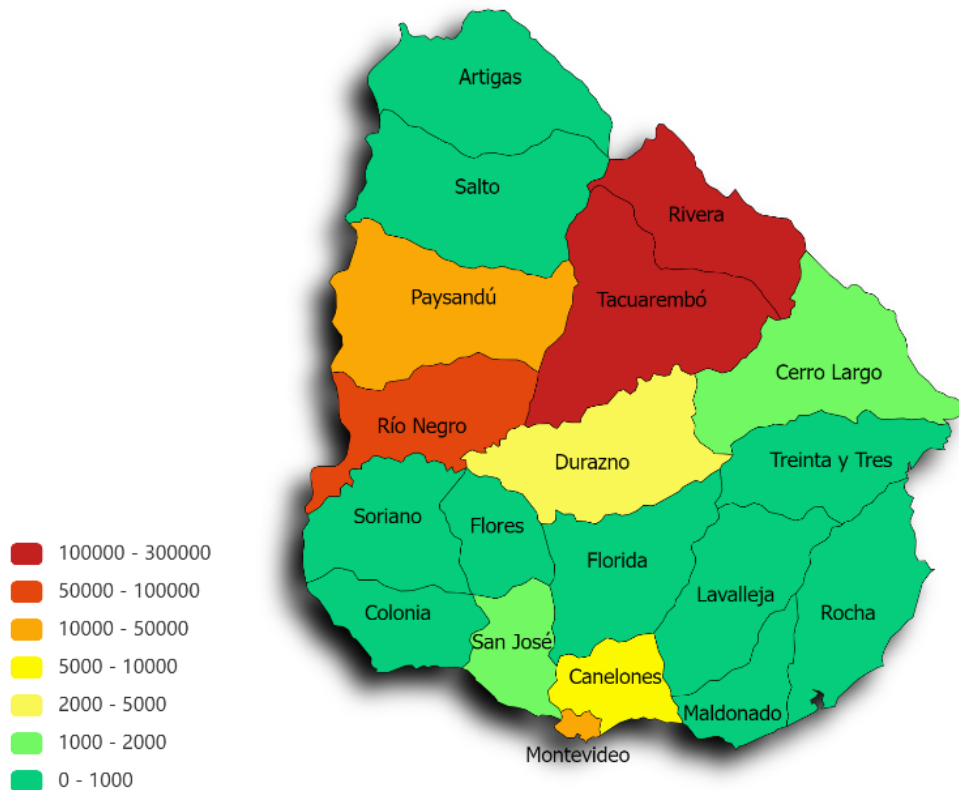
Generación de residuos- Distribución territorial

Mapa de distribución de los residuos generados en 2019, en base anhidra.

Resultados



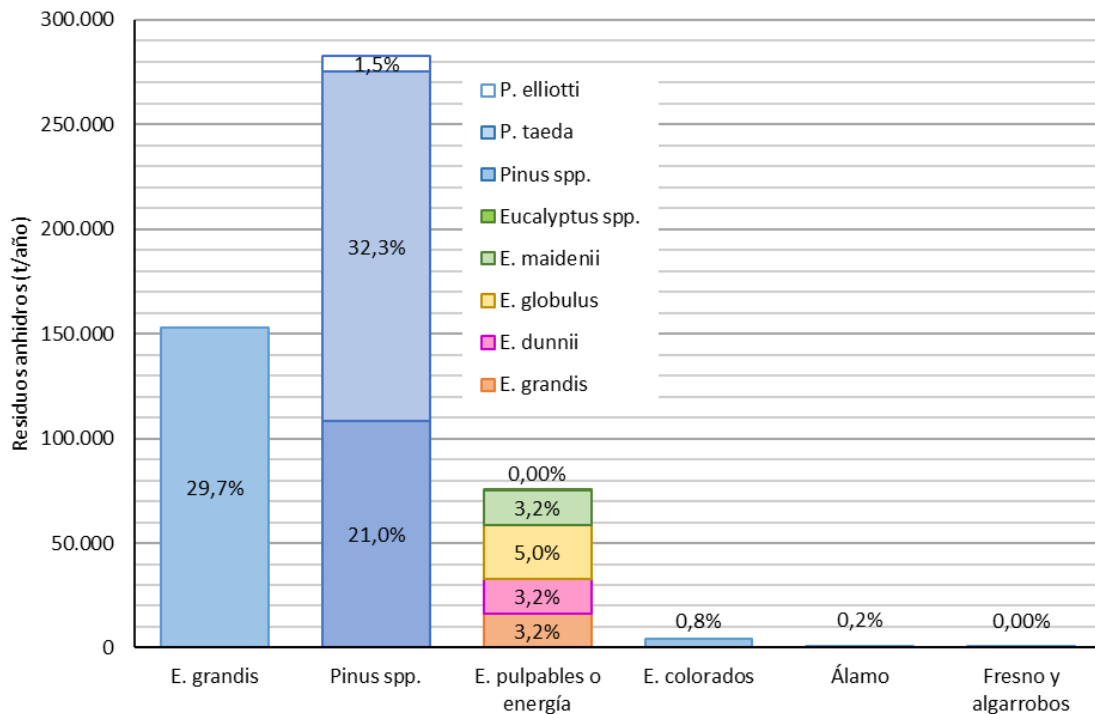
latitud.org.uy



Resultados

Residuos por especie

Residuos anhidros en toneladas, desglosados por especie o grupos de especie, estimados para los 74 aserraderos, plantas de contrachapado y de astillado. Gráficos insertos: proporción de especies de *Pinus* y el grupo *Eucalyptus* pulpable o energía.



Resultados y discusión



latitud.org.uy

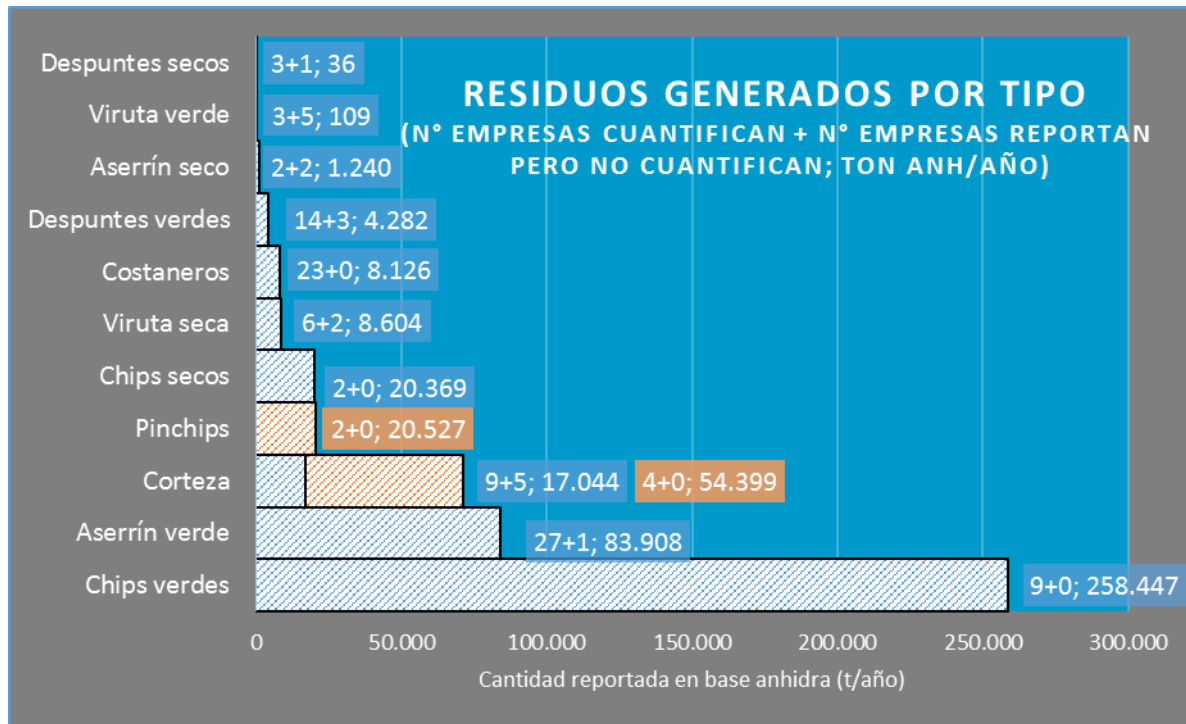
Residuos por especie

- **Mayormente** configuran una **mezcla** de especies.
- El 50% de los aserraderos y fábrica de tablero relevados **procesa una única especie**, ya sea *P. taeda*, *elliottii*, *E. grandis* o *E. colorado*, produciendo el **57 % de los residuos relevados, sin mezcla de especies**.
- Empresas que trabajan con distintas especies del género *Pinus*, no separan los residuos por género. Dependiendo de la aplicación, por la similitud en sus propiedades las podríamos incluir en el grupo anterior, alcanzándose **un 65% de los residuos generados sin mezcla**.

Resultados

Cuantificación de residuos por tipo

Cantidad de residuos en base anhidra producidos por tipo y n° reportes correspondientes, n° de reportes sin cuantificar y total de reportes, para las 29 aserraderos, una empresa de contrachapado y 4 plantas de astillado encuestadas.



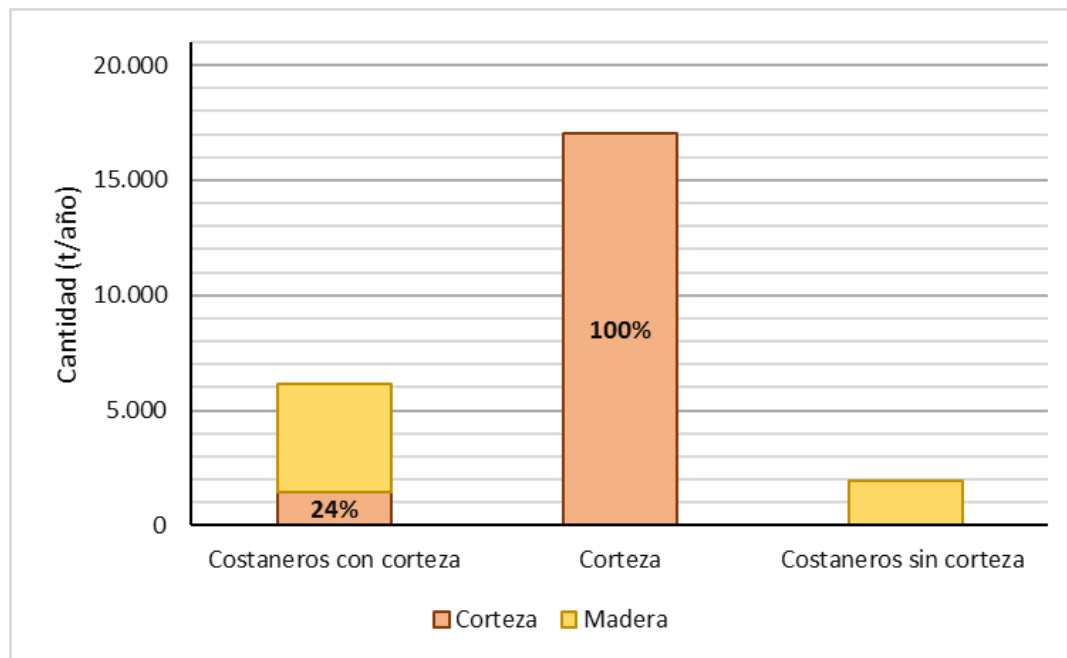
Reportan 20.965 t/año en base húmeda de polvo de barrido.



Resultados

Cuantificación de residuos por tipo

Reportes de costaneros con y sin corteza; reportes de corteza y cantidad de corteza estimada en costaneros sin descortezar.



Resultados

Cuantificación de residuos por tipo

Residuos mezclados y sin mezclar cuantificados en base anhidra y n° de reportes para el subgrupo de residuos de mayor tamaño de partícula.

	Corteza	Costaneros	Costaneros con corteza	Despunte verdes	Despunte secos	Chips verdes	Chips secos
Residuos MEZCLA (%)	33	-	72	2	65	26	100
Residuos SIN MEZCLA (%)	67	100	28	98	35	74	-
N° total de reportes	11	5	18	12	4	9	2

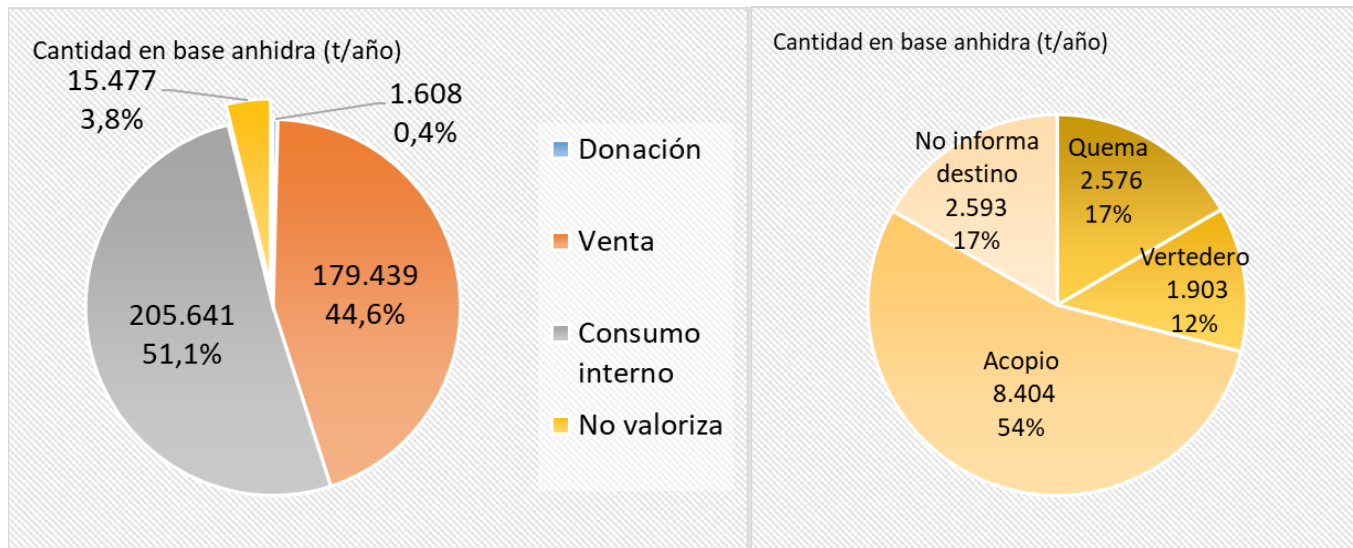
Dos de las empresas chipeadoras informan que sus residuos de corteza están contaminados con barro y piedras, por lo tanto, limitaría su aprovechamiento. Esto involucra una cantidad estimada de residuos anhidros de 4.693 t/año.



Resultados

Gestión de los residuos

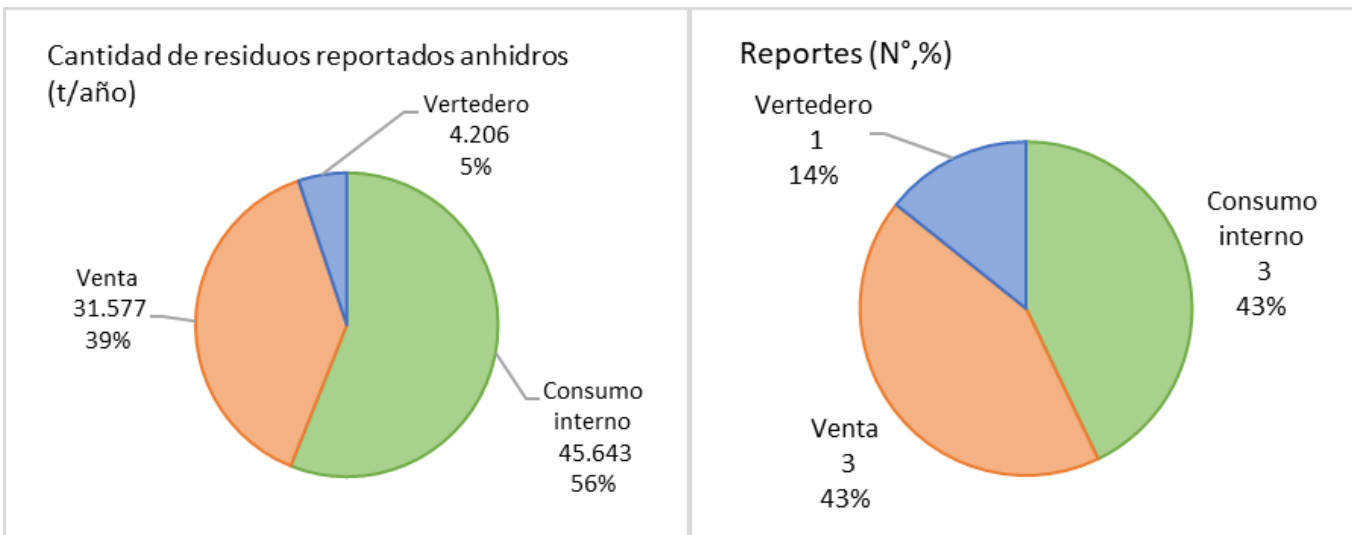
Mecanismo de disposición de los residuos cuantificado por los 29 aserraderos relevados y una planta de tableros (izquierda), y desglose de los residuos que no son valorizados (derecha); todos expresados como cantidad (t/año y %).



Resultados

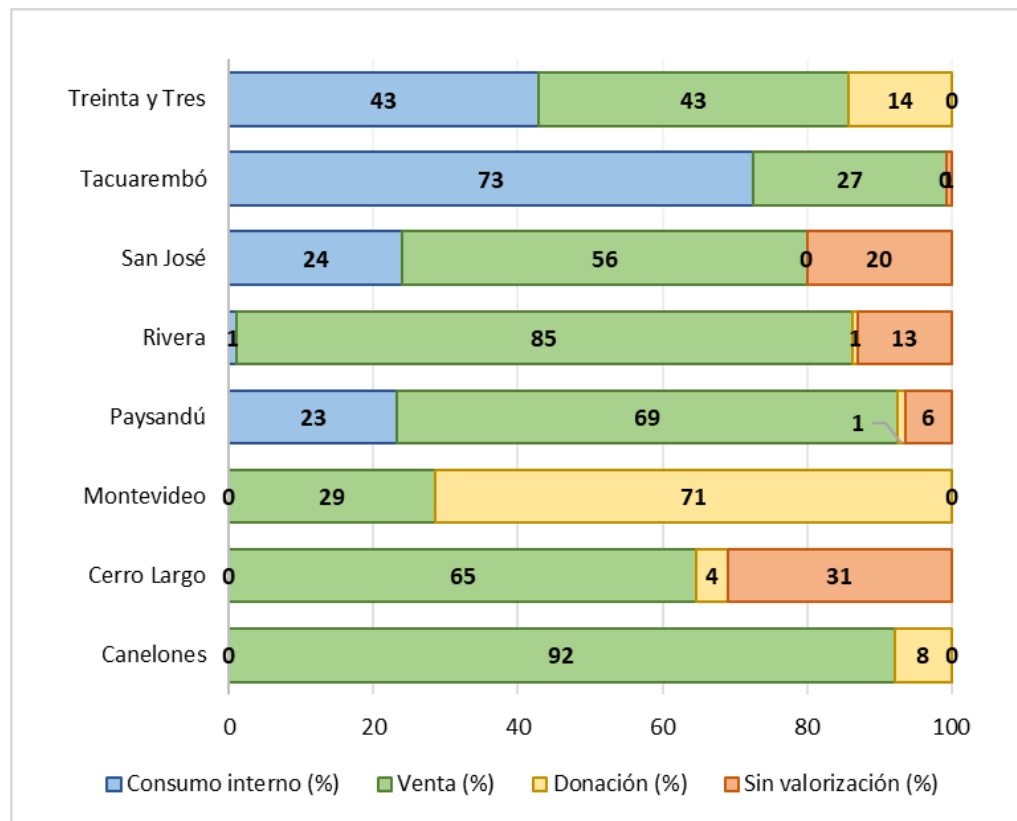
Gestión de los residuos

Mecanismo de gestión de los residuos generados en las plantas de astillado relevadas, expresados como cantidad de residuos (izquierda) y como n° reportes para cada tipo de residuo (derecha).



Gestión de los residuos

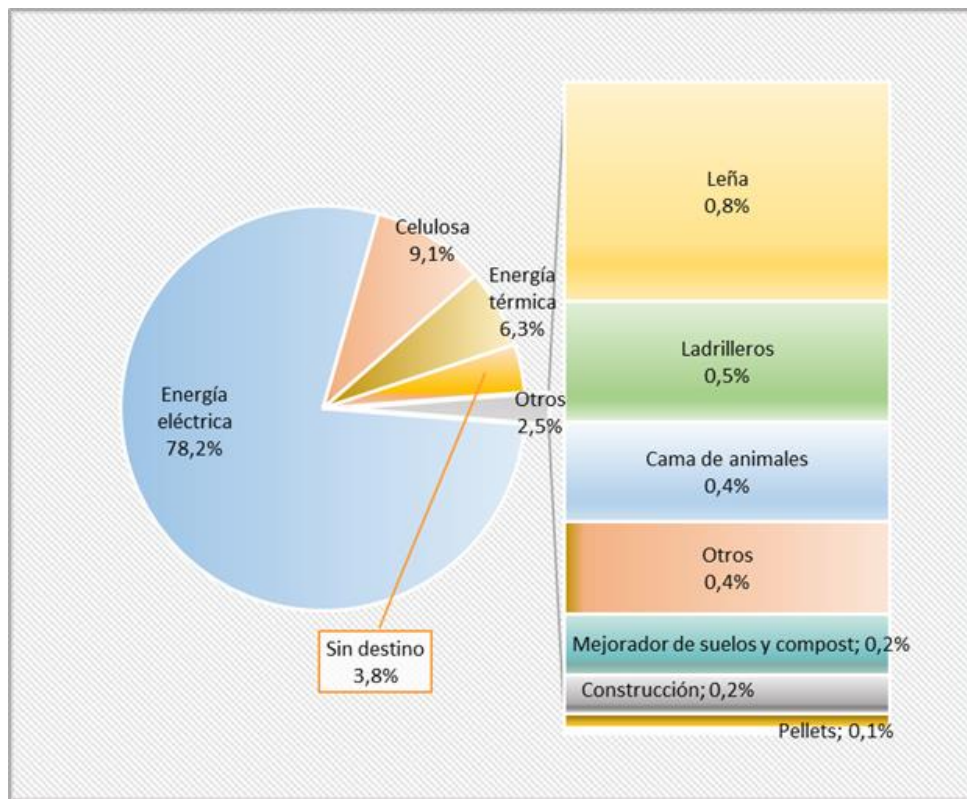
Relación entre los diferentes mecanismos de disposición a nivel local, para los 29 aserraderos y una planta de contrachapado.



Resultados

Destino de los residuos

Distribución de usos finales de biomasa residual expresados como porcentaje de los residuos generados por los 29 aserraderos y una planta de contrachapado.



Resultados

Destino de los residuos

Destinos externos (E) e internos (I) en toneladas anhidras anuales totales y de cada grupo de residuo, para los 29 aserraderos y una planta de tableros.

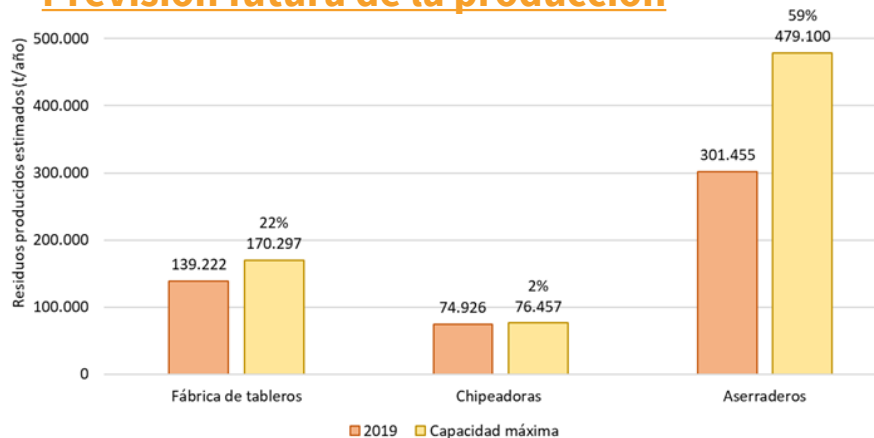
Destinos		Subtotal corteza		Subtotal costaneros, despuntes y chips		Subtotal aserrín y viruta		Total	Total Ext+Int
		(t/año)	(%)	(t/año)	(%)	(t/año)	(%)	(t/año)	(t/año)
Energía eléctrica	I	4.367	25,6	152.327	52,3	24.062	25,6	180.755	314.403
	E	11.413	67	67.812	23,3	54.422	58	133.647	
Celulosa	E	-	-	36.667	12,6	-	-	36.667	36.667
Energía térmica	I	-	-	18.208	6,3	5.608	6	23.815	25.452
	E	-	-	1.589	0,5	47	0,1	1.636	
Leña	I	-	-	149	0,1	-	-	149	3.418
	E	-	-	3.239	1,1	31	0	3.270	
Ladrilleros	E	23	0,1	1.010	0,3	846	0,9	1.879	1.879
Cama de animales	E	-	-	-	-	1.560	1,7	1.560	1.560
Otros (embalaje)	E	-	-	1.315	0,5	-	-	1.315	1.315
Mejora suelo y compost	I	922	5,4	-	-	-	-	922	963
	E	-	-	-	-	42	0	42	
Construcción	E	-	-	606	0,2	-	-	606	606
Pellets	E	-	-	-	-	211	0,2	211	211
No define destino	E	-	-	114	0	-	-	114	114
Talleres mecánicos	E	-	-	-	-	53	0,1	53	53
Briquetas	E	-	-	-	-	47	0,1	47	47

Resultados

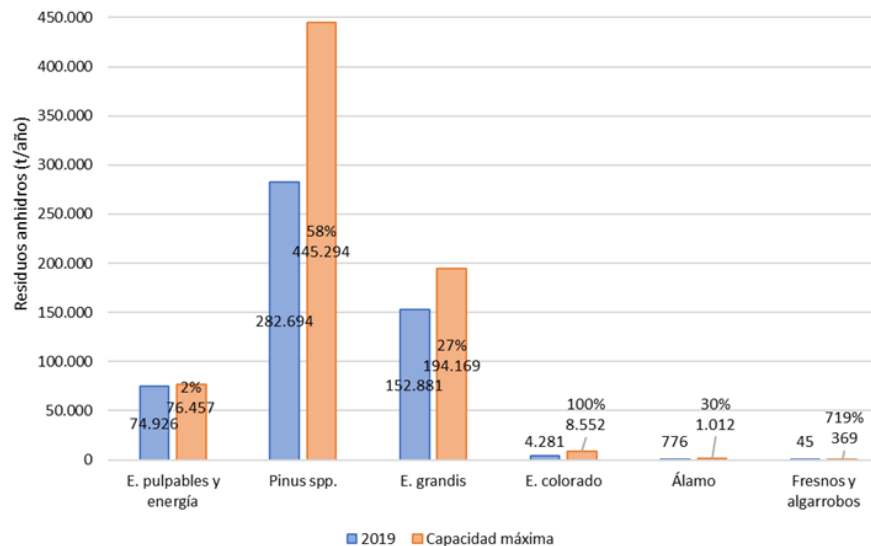


latitud.org.uy

Previsión futura de la producción



Generación de residuos estimada para el 2019, para la máxima capacidad instalada y su incremento porcentual.



Producción de residuos total anual en base anhidra estimada para cada especie o grupos de especie (t/año).

Resultados

Destinos incrementales

Tipos de proyectos mencionados para el uso de sus residuos y la cantidad de residuos informados en base anhidra según departamento.

Venta para aprovechamiento externo		
	N° de reportes	Departamento
Pellets	3	Paysandú
Briquetas	1	Rivera
Energía termoeléctrica	1	Rivera
Celulosa	1	Tacuarembó
Aprovechamiento interno		
	N° de reportes	Departamento
Pellets	1	Paysandú
	3	Rivera
	1	Tacuarembó
	5	Total
Briquetas	1	Montevideo
	1	Paysandú
	148	Rivera
	3	Total
Energía termoeléctrica	1	Paysandú
	1	Rivera
	1	Treinta y Tres
	3	Total
Aprovechamiento interno de residuos de otros		
	N° de reportes	Departamento
Briquetas	1	Paysandú



Resultados

Disponibilidad de residuos

Afectada por distintos factores:

- Cambios en el volumen de producción del sector
- Modificación de la cantidad de residuos efectivamente aprovechada
- Relación oferta / demanda
- Demanda: relación de precios pagados por el recurso



Resultados

Disponibilidad de residuos

Se presentan diferentes escenarios de disponibilidad de residuos bajo diferentes hipótesis de cambios posibles de destino asociados a una demanda potencial por este recurso.

Clase 1: > 50.000 m³

Clase 2: 4.000 a 50.000 m³

Clase 3: < a 4.000 m³

$$\text{Factor de Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Residuos disponibles (t/año)}}{\text{Residuos generados (t/año)}} \cdot 100$$



Metodología

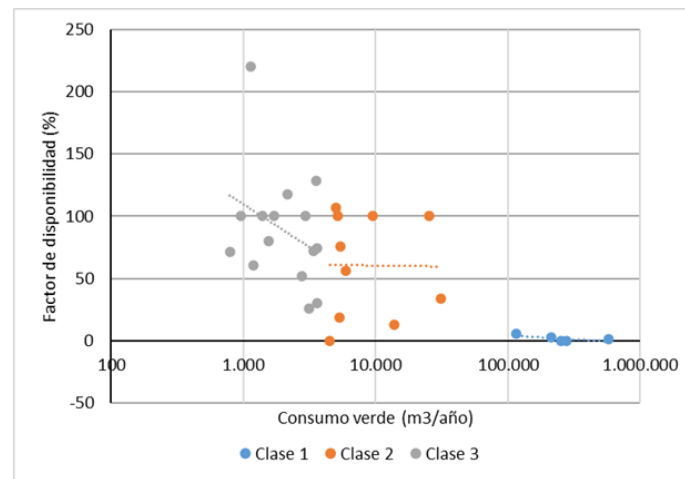
Extrapolación de los escenarios

Factor de disponibilidad de residuos: proporción de residuos disponibles en relación con los generados, estimados a través de la eficiencia de cada empresa.

La disponibilidad es inherente a cada empresa y está condicionado por aspectos:

- **empresariales** (escala, capacidad de inversión, negociación y emprendedora)
- **geográficos:** mercado local (ubicación de consumidores, precio pagado)

Para cada escenario y cada clase se calcula un factor de disponibilidad promedio.



Volumen de producción del sector	↑
Eficiencia de los procesos	↓
Cantidad de residuos efectivamente aprovechada	↓
Capacidad comercial	↓
Demanda: Relación de precios entre los diferentes competidores por el recurso (entre otros)	↕

Cuatro escenarios teóricos de disponibilidad

Escenario 1

Producción sin cambios.

Disponible:

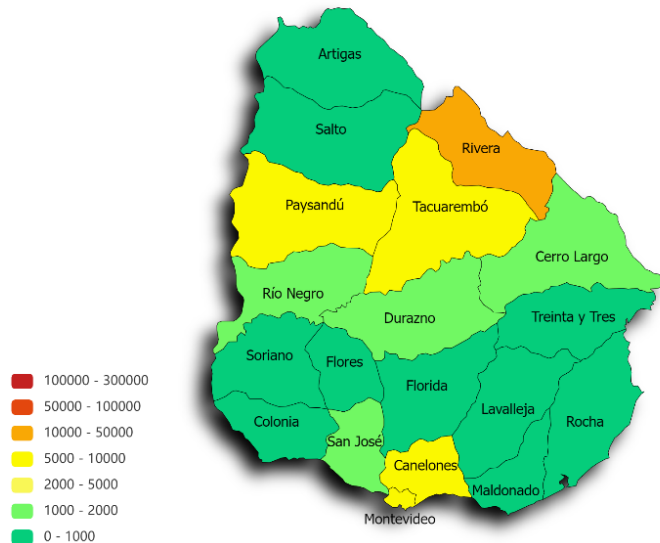
- Fracciones actualmente sin valorizar, con poca estabilidad o rentabilidad en su valorización.

No disponible:

- Consumo interno con fines de obtención de energía térmica o cogeneración.
- Plantas de celulosa y destinos para fin energético industrial (energía térmica, eléctrica, pellets).
- Mejoramiento de suelos.

Mapa de distribución hipotética de los residuos disponibles. Expresados toneladas anuales en base anhidra.

Escenario 1



Cuatro escenarios teóricos de disponibilidad

Escenario 2

Aumento de producción y proyectos de aprovechamiento ya implementados.

Disponible:

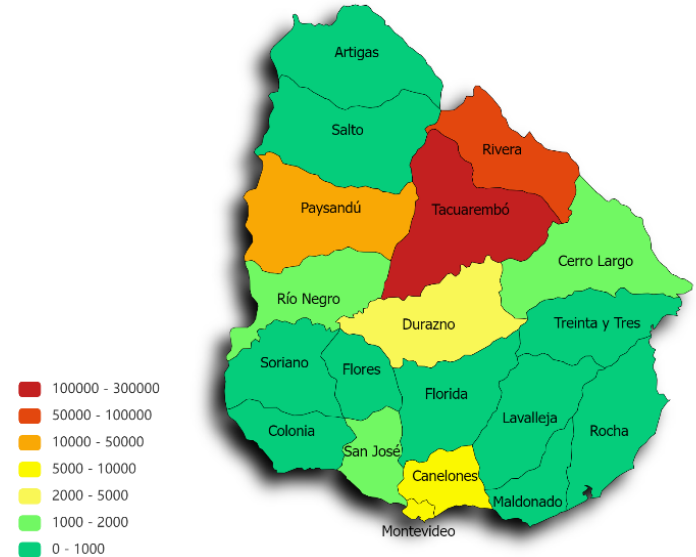
- Fracciones sin valorizar, con poca formalidad o rentabilidad en su valorización.
- Re-direccionamiento de uso energético no térmico.

No disponible:

- Consumo interno o externo con fines de obtención de energía térmica o cogeneración para consumo interno de energía eléctrica.
- Mejoramiento de suelos.

Mapa de distribución hipotética de los residuos disponibles. Expresados toneladas anuales en base anhidra.

Escenario 2



Metodología

Cuatro escenarios teóricos de disponibilidad

Escenario 3

Aumento de producción y proyectos de aprovechamiento ya implementados. Aumento de la recuperación de la corteza.

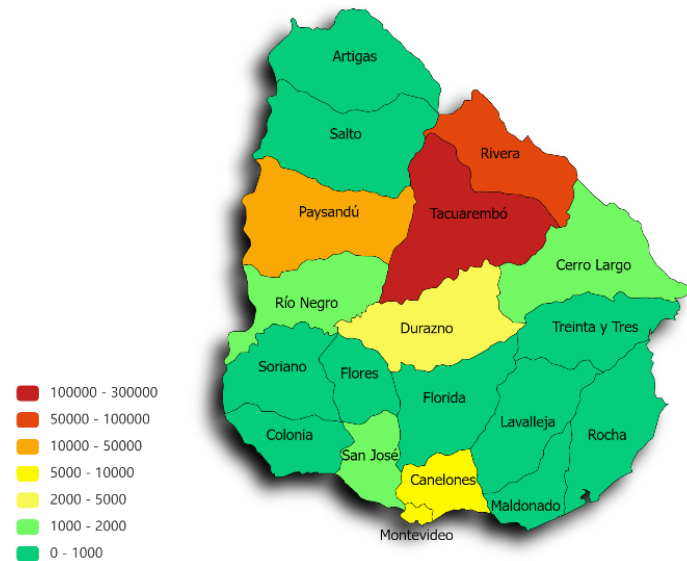
Disponible:

- Fracciones sin valorizar, con poca formalidad o rentabilidad en su valorización.
- Re-direccionamiento de uso energético no térmico.
- Empresas que procesan trozas descortezadas en campo podrían recuperar un 30%. Aserraderos que no separan corteza en planta, recuperarían un 90%.

No disponible:

- Consumo interno o externo con fines de obtención de energía térmica o cogeneración para consumo interno de energía eléctrica.
- Mejoramiento de suelos.

Escenario 3



Cuatro escenarios teóricos de disponibilidad

Escenario 4

Aumento de producción a máxima capacidad y proyectos de aprovechamiento ya implementados.

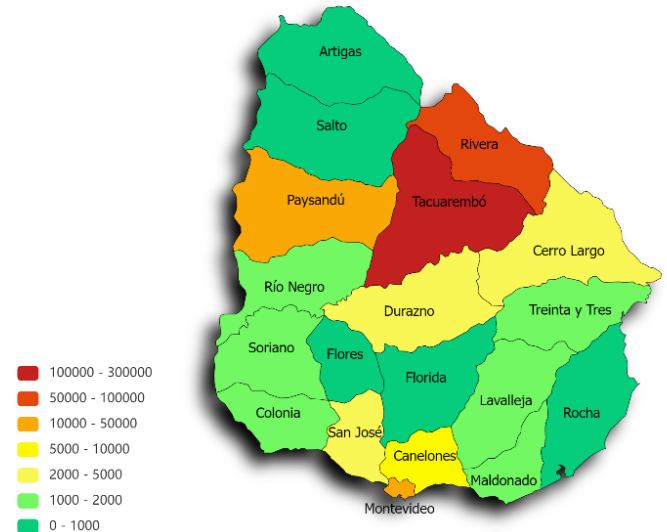
Disponible:

- Fracciones sin valorizar, con poca formalidad o rentabilidad en su valorización.
- Re-direccionamiento de uso energético no térmico.

No disponible:

- Consumo interno o externo con fines de obtención de energía térmica o cogeneración para consumo interno de energía eléctrica.
- Mejoramiento de suelos.

Escenario 4



Resultados

Disponibilidad de residuos

El **Escenario 1** supone **disponibles** la totalidad de los **residuos que no son valorizados** a los que se les suma los **donados** y los que se **venden para leña, camas de animales o ladrilleros**.

El **Escenario 2** implica mayor disponibilidad de biomasa. Hipótesis de que las **empresas utilizan lo mínimo que requiere su propio consumo interno en cogeneración**, pero **continúan con la venta para energía térmica**. También se tiene en consideración las ampliaciones de capacidad (de Lumin, DANK S.A. y Arboreal) y los nuevos proyectos de procesamiento de residuos a ser implementados en el corto plazo.

El **Escenario 3** mantiene la disponibilidad de residuos madereros del Escenario 2, manejando hipótesis de **recuperación** parcial de la **corteza en campo (30%)** y del **90%** de la **corteza** no recuperada hoy en día en **planta**.

El **Escenario 4** se representa con los mismos factores de disponibilidad que el Escenario 2, con la diferencia de que plantea hipótesis de máxima producción con todo el sector trabajando al **máximo de su capacidad**.



Disponibilidad de residuos- Extrapolación a la muestra completa aserraderos incluyendo tableros y plantas de chipeado

Disponibilidad de residuos en base anhidra para los principales géneros, separados según madera o corteza.

	Eucalyptus spp. (t/año)	Pinus spp. (t/año)	Madera total (t/año)	Corteza (t/año)	Total
Escenario 1	22.228	23.519	46.165	4.825	50.989
Escenario 2	49.630	196.257	225.703	22.469	248.171
Escenario 3	49.630	196.257	225.703	45.857	271.560
Escenario 4	46.070	222.560	268.630	70.065	338.695
Total generados 2019	170.001	250.288	420.960	94.643	515.602
Total máxima capacidad	212.684	394.724	609.182	116.671	725.854

Disponibilidad de residuos- Extrapolación a la muestra completa aserraderos incluyendo tableros y plantas de chipeado

Residuos totales en base anhidra departamentales para los diferentes escenarios considerados. Para los 74 aserraderos, empresa de tableros y plantas de astillado.

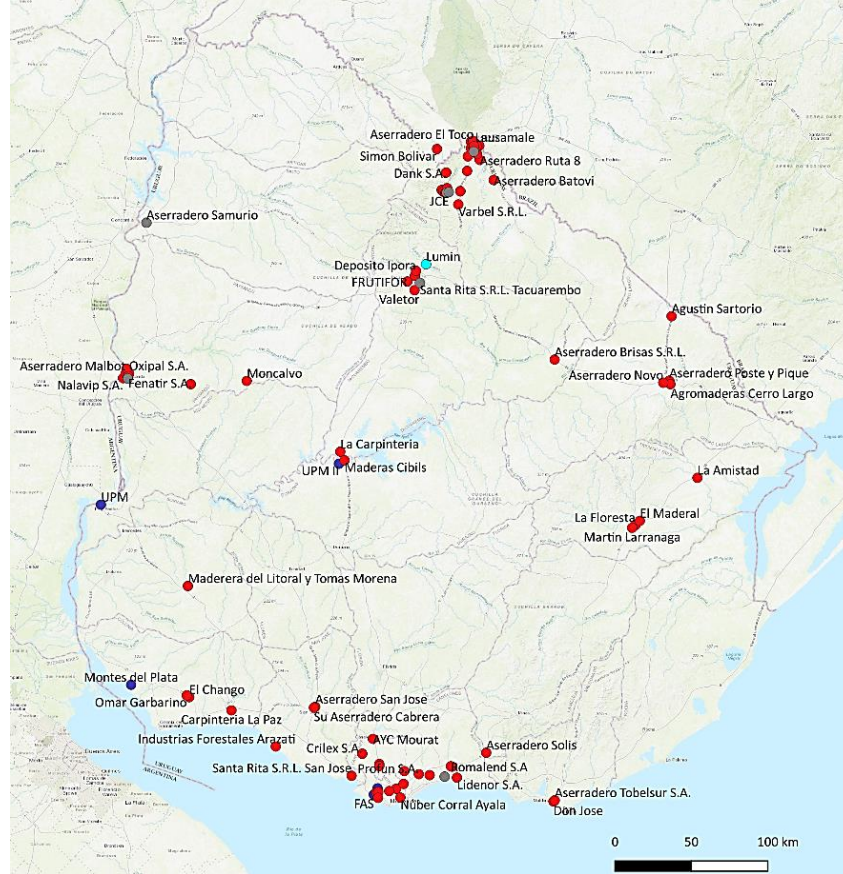
Departamento	Total generado (t/año) 2019	Total generado 2019 ampliado (t/año)	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4	
			Madera a total (t/año)	Corteza (t/año)	Madera total (t/año)	Corteza (t/año)	Madera total (t/año)	Corteza (t/año)	Madera total (t/año)	Corteza (t/año)
Canelones	9.034	9.034	5.398	47	6.210	47	6.210	577	8.310	794
Cerro Largo	1.634	1.634	1.546	4	1.538	4	1.538	187	1.828	238
Colonia	472	472	419	13	394	13	394	31	1.074	83
Durazno	2.852	2.852	1.725	4	2.104	4	2.104	201	2.632	252
Lavalleja	189	189	168	5	158	5	158	8	1.024	53
Maldonado	155	155	138	4	130	4	130	13	1.063	110
Montevideo	14.248	14.248	2.858	4.226	2.691	4.226	2.691	4.494	4.158	4.573
Paysandú	37.954	37.954	4.872	190	23.144	190	23.144	1.930	30.760	3.248
Río Negro	65.000	65.000	1.950	-	1.950	-	-	-	1.950	-
Rivera	169.061	206.237	19.370	266	69.001	266	69.001	8.828	83.538	12.665
Salto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San José	1.539	1.539	1.211	9	1.194	9	1.194	162	1.914	268
Soriano	187	187	166	5	156	5	156	9	1.003	57
Tacuarembó	212.865	314.421	6.004	19	118.658	17.663	118.658	29.372	125.224	47.587
Treinta y Tres	412	412	338	30	324	30	324	46	974	138
Total	515.602	654.335	46.165	4.825	227.653	22.469	227.653	45.857	268.630	70.065

Resultados



Georreferenciación

Resultados



Geolocalización de 109 empresas:

- 86 aserraderos operativos
- 7 aserraderos cerrados
- 1 fábrica de tableros
- 3 empresas chipeadoras
- 3 empresas que procesan madera con destino para celulosa.



latitud.org.uy

Micro-zonas

Zonas donde la **disponibilidad de residuos** provenientes de un **grupo de empresas cercanas entre sí** fuera **mayor** a un valor acordado de **1.000 toneladas en base anhidra**.

Considerando los **escenarios de disponibilidad de residuos 1 y 2** se plantearon dos alternativas de micro-zonas:

Alternativa 1: micro-zonas que consumen residuos de un solo género (*P. taeda* y/o *P. elliotti*; *E. grandis*; Eucaliptos colorados; Eucaliptos pulpables).

Alternativa 2: micro-zonas cuya materia prima es mezcla de géneros y especies.

Cada micro-zona queda definida por:

- Ubicación geográfica: departamento (“Dpto.”) y localidad.
- Empresa tractora.
- Consumo de la empresa de mayor porte del grupo.
- Número de empresas que integran el grupo (“N° emp”).
- Distancia de empresa más lejana a tractora por carretera o camino que permita la circulación de los camiones (“Máx. dist. a empresa tractora (km)”).
- Especie o grupos de especies que proveen las empresas.
- Cantidad de biomasa en base anh. producida anualmente en la micro-zona.



Resultados

Micro-zonas

Escenario 1

- Alternativa 1 (un género): 7 micro-zonas
- Alternativa 2 (mezcla género y especies): 11 micro-zonas

Escenario 2

- Alternativa 1 (un género): 8 micro-zonas
- Alternativa 2 (mezcla género y especies): 13 micro-zonas

Potenciales micro-zonas

4 micro-zonas podrían formarse flexibilizando distancia a empresa tractora y considerando integrar empresas que no se pudieron relevar.

10 empresas no se integraron en ninguna micro-zona ya que no se contaba con información de geolocalización o se estimó que la relación costo/beneficio de trasladar el residuo hasta la empresa tractora en principio no sería rentable.

No se descarta que estas empresas pudieran configurar una potencial micro-zona con otras empresas que no formaran parte de la base de datos original y por lo tanto no hayan sido relevadas.



Reflexiones finales



latitud.org.uy

Dificultades y oportunidades metodológicas

- **Carencia de datos** del proceso por parte de los involucrados (falta de cuantificación precisa).
- **Empresas** cuya incidencia en la disponibilidad de biomasa podría ser localmente significativa, **no participaron del relevamiento.**
- Próximos relevamientos **más acotados geográficamente e incluyan actividades presenciales** con observación de las instalaciones y del proceso, así como actividades de cubicación.
- Análisis previo de forma de **involucrar** en el diseño **a todos los actores públicos y privados**, y otras fuentes de información que puedan aportar al estudio.
- Organizarse regionalmente, coordinando las actividades con **referentes locales.**
- Releva los **residuos de carpintería** en aquellos centros poblados donde su aporte de biomasa pueda ser complementario.
- Releva las perspectivas de **generación de energía** a partir de **biomasa** para un **futuro próximo.**

Reflexiones finales



latitud.org.uy

- Aserraderos
- Industria de tableros
- Plantas de astillado



Consumo verde 2019
7.384.351 m³



Residuos generados 2019
515.602 t anh.

Residuos por especie

Residuos pino: 54,8%

Residuos *E. grandis* de aserrío e industria de tableros: 30,5%

Residuos *Eucalyptus spp.* plantas de astillado: 14,5%

Eucaliptos colorados y álamo aserrío: 1%

Destinos

Residuos sin valorizar 3,8%

Energético, energía térmica y eléctrica 84,5%.

Celulosa 9,1%

Otros destinos 2,5%.

- **Aprovechamiento basado en pino** como materia prima debería ser **cuidadosamente estudiado** en conjunto con los actores interesados.
- **Todos los proyectos de aprovechamiento** detectados tienen **destino energético**. Aprovechamiento total de los residuos madereros por parte de las empresas grandes.
- **Empresas** podrían mejorar la gestión de sus materias primas y residuos, incorporando **hábitos de medición en sus procesos**.

Reflexiones finales



latitud.org.uy

Evaluar alternativas asociativas (cooperación, tracción, atracción de inversores)

Actividad empresarial local adicional de gestión y transporte de los residuos.

Desarrollo de una cadena comercial de la biomasa residual de la primera transformación de la madera debería involucrar:

- Gestión ordenada de los residuos
- Logística organizada y optimizada según los modelos de negocio a desarrollarse.
- Sistema de clasificación.
- Normalización de producto y control de calidad.
- Sistema de establecimiento de precios según calidad de materia prima.
- Optimización del transporte de la biomasa en forma coordinada entre los proveedores y consumidores, con estandarización de precios y condiciones.

El **rol conductor del gobierno nacional** a través de las políticas sectoriales y coordinado con los gobiernos departamentales.

Equipo de proyecto



latitud.org.uy

Latitud

- Silvia Böthig
- Stephany Arrejuría
- Matías Cagno
- Fernando Bonfiglio
- Santiago Martínez
- Yamila Delgado
- Fabiana Rey
- Pierre Cabot
- Diego Martínez
- Joaquín Marquisá

MIEM

- Sebastián Bianchi
- Ignacio Fígoli
- Ángel Larrama

¡Muchas gracias!



@latitud_uy



/latitud-fundación-latu

www.latitud.org.uy

TALLER Biorrefinerías en la Cadena Forestal: Oportunidades para la madera de pino



Energías
Renovables



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

