



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

**ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**SEMINARIO DE INTEGRACIÓN**

**“Tratamiento de los residuos proveniente de la fabricación  
de resinas colofonias y trementina vegetal a partir de la  
miera de pino”**

**Autor: Ing. Corvetto, Marcelo Eleazar**

**Tutor: Ing. Raffo, Fernando C.**

**2019**

## Índice

Índice.....	2
Introducción.....	4
Diagnóstico .....	4
Características demográficas.....	4
Contexto socio - ambiental .....	6
Problema.....	7
Descripción de la actividad .....	7
Efluentes industriales – Tratamiento.....	8
Manejo de residuos.....	9
Industriales no peligrosos.....	9
Industriales Peligrosos.....	10
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
Antecedentes.....	12
Antecedentes internacionales.....	12
Antecedentes nacionales.....	21
Alternativas.....	26
Alternativa 1 .....	26
Alternativa 2 .....	26
Alternativa 3 .....	26
Matriz de análisis de factibilidad.....	27
Desarrollo .....	29
Característica generales del proyecto.....	29

Marco legal.....	29
Operatoria.....	33
Diagrama de flujo del proceso.....	36
Equipamiento requerido.....	37
Inversión y tiempo de amortización.....	38
Instalaciones de fábrica.....	38
EPP de uso obligatorio para desarrollar las tareas.....	40
Producto terminado.....	40
Aplicaciones del producto.....	41
Conclusiones .....	42
Referencias.....	43

## Introducción

Mi nombre es Marcelo Eleazar Corvetto, soy Ingeniero Mecánico, graduado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, luego me gradué como Ingeniero Laboral en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, regional Concepción del Uruguay.

En la actualidad me desempeño como Asesor en Higiene y Seguridad Laboral - Asesor de Gestión de Calidad Serie ISO 9001 de empresas de diferentes rubros.

El presente trabajo aborda la problemática observada en el ámbito laboral de una Empresa radicada en el Parque Industrial de Gualeguaychú sobre el impacto al medio ambiente causado por la generación de diferentes corrientes de residuos en los procesos de fabricación de resinas colofonias y trementina vegetal a partir de la miera de pino”

Pensando en aportar a la sustentabilidad de la producción, en cómo disminuir costos y también como disminuir los riesgos ambientales, se desarrolla este trabajo con la intención de evitar el aporte de algunas sustancias extrañas al ambiente de manera indiscriminada que produzca un cambio en su equilibrio. Sabemos que el problema de contaminación aparece en el momento en que no se dispone de suficiente terreno para reutilizar los desechos de los procesos de producción. Las emisiones de los residuos, por lo general, van directamente al suelo, aguas superficiales o profundas y al aire llegando a este en forma de gases, olores, polvo y ruido.

El correcto tratamiento de los residuos y efluentes industriales entre otros colabora con la sustentabilidad del medio ambiente en que vivimos.

## Diagnóstico

### Características demográficas

La Ciudad se encuentra ubicada al este del Departamento, sobre la cuenca del Río Gualeguaychú. Es una ciudad afincada a orillas del río homónimo, a 230 km de la Ciudad de Buenos Aires y a 25 km de la República Oriental del Uruguay. Es cabecera y ciudad principal del Departamento.



Ubicación de la Ciudad de Gualeguaychú

Sus principales actividades son la industria y el turismo, centrado en hermosas playas costeras y en el denominado "Carnaval del País", considerado el de mayor envergadura de la Argentina y de acuerdo a sus organizadores sería el tercero en concurrencia en el mundo.

Como se mencionó con anterioridad se sustenta en sus actividades industriales y turísticas; cuenta con un Parque Industrial; además ofrece numerosas playas en la costa del río homónimo, en las costas del Arroyo Gualeyán y a la vera del Río Uruguay.

La economía se centra principalmente en la producción agropecuaria, además de las antes mencionadas. La producción agropecuaria se ha volcado en forma masiva a los cultivos de soja. El turismo durante la temporada estival compensa el resto del año que presenta cierta inactividad en la afluencia de visitantes. Durante ésta época, el número de visitantes muchas veces iguala al número de lugareños, generando una demanda estacional de servicios (suministro de agua potable, recolección y tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos, tratamiento de efluentes cloacales).

El río Gualeguaychú es utilizado no solo para la recreación, sino que también se aprovecha para la captación de agua para su potabilización.



**Río Gualeguaychú - Recreación**



**Río Gualeguaychú – Toma de agua para potabilización**

**El Parque Industrial de Gualeguaychú:** Es un emplazamiento ubicado en la intersección de la Autovía Nacional N° 14 y el Acceso Sur a la ciudad de Gualeguaychú. Aprobado por la Ordenanza Municipal N° 7420/74 del 31 de Octubre de 1974 y el Decreto Municipal N° 157/75 del 17 de Marzo de 1975; por el Decreto Provincial N° 417 S.E.P. del 26 de febrero de 1975 y Resoluciones de la Secretario de Estado de Desarrollo Industrial de la Nación No 327/78 y 185/81.

Posee una superficie total de 214 hectáreas debidamente parceladas, con una infraestructura de obras y una variada gama de prestación de los servicios básicos indispensables para cualquier radicación industrial.

### Contexto socio – ambiental

La actividad de la empresa es la fabricación de resinas de colofonia y trementina vegetal a partir de la miera de pino y se desarrolla dentro del Área Industrial de de la ciudad de Gualeguaychú. La empresa se encuentra aproximadamente a 8 km de la ciudad de Gualeguaychú. La superficie destinada a la actividad es de 5.000 m<sup>2</sup> - Superficie cubierta 344.52 m<sup>2</sup>.



Ciudad de Gualeguaychú – Parque Industrial de Gualeguaychú

## Problema

### Descripción de la actividad

**Actividad principal:** Fabricación de resinas colofonias y trementina vegetal.

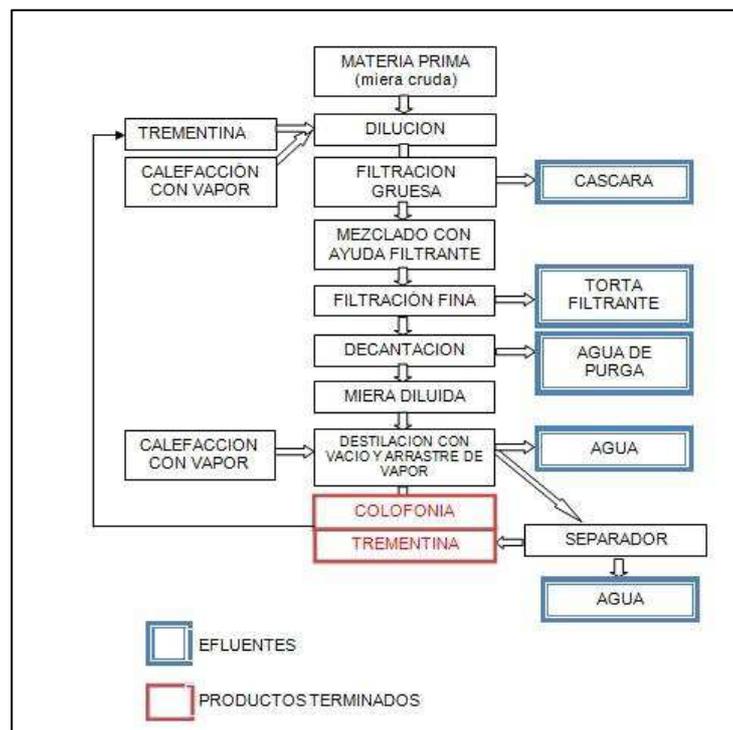
**Misión de la empresa:** Desarrollar, elaborar Resinas colofonias y esencias de trementina de la más alta calidad, que contribuyan a satisfacer la demanda de sus clientes, con el propósito de entregarles productos únicos, en forma oportuna y a precio competitivo.

Para comenzar con la descripción es importante señalar que: se denomina resina al exudado arbóreo mientras permanece en el árbol, cambiando su denominación a MIERA cuando es obtenido en su estado bruto; la cual una vez purificada recibe el nombre de oleoresina, de ésta se pueden separar su componente sólido, COLOFONIA y su componente líquido, TREMENTINA, los cuales poseen diferentes usos en el mercado.

El proceso productivo involucra:

- Operación con resina colofonia y trementina vegetal (derivado de la resina de pino utilizada como materia prima para la fabricación de cera depilatoria, adhesivos, pinturas de demarcación vial y la trementina como aromatizante)
- Operaciones de dilución, filtración y destilación de miera cruda (exudado de pino ellotis) para la obtención de resina colofonia y trementina.

Se presenta a continuación, el diagrama de flujo del proceso productivo.



Tal como se puede observar y se ha expuesto anteriormente, el proceso utiliza como materia prima la Miera Cruda, la cual será sometida a diferentes operaciones físicas; iniciándose con el proceso de Dilución, para lo que se emplea como sustancia líquida la trementina, pasando luego a la operación de Filtración Gruesa en el filtro grueso, operación de la que se obtiene como fracción de rechazo sólida la Cáscara, incluyendo restos de hojas de pino, el residuo será sometido a una corriente de vapor con el objetivo de eliminar la materia orgánica que pudiera quedar adherida a la misma.

El proceso continúa, con la operación de agregado de ayuda filtrante (perlita), en un tanque con agitación, pasando luego por el proceso de Filtración Fina, utilizándose en este caso un filtro prensa, obteniéndose como fracción de rechazo sólida la denominada Torta Filtrante, la cual está constituida por perlita y partículas finas.

Luego de la operación de filtración fina, el proceso continúa con la etapa de Decantación, para obtener la Miera Diluida, el proceso se realiza en un decantador tipo tanque cerrado, utilizándose para ello 3 tanques los cuales poseen una capacidad de 18.000 litros, operación en la que se genera un efluente líquido denominado agua de purga.

La Miera Diluida, es sometida a un proceso de Destilación con Vacío y Arrastre de Vapor, 2 destiladores para una capacidad de miera diluida de 2000 kg, desprendiéndose de este proceso una corriente residual líquida constituida por agua, la misma contiene principalmente características neutras, es en esta etapa de destilación donde se obtiene el producto final COLOFONIA, resina sólida con baja tendencia a la cristalización, obtenida de pino Elliotis. Por sus excelentes condiciones de no cristalización y su bajo color, es utilizada en aplicaciones de ceras depilatorias, y como resina taquificante en ciertos adhesivos hotmelt y base acuosa, entre otras aplicaciones.

La TREMENTINA es un líquido compuesto por terpenos, tiene aplicaciones como aromatizante y limpiador de pino (Ej. Desodorantes líquidos) y como fuente de otros derivados para síntesis orgánica de compuestos utilizados en fragancias. También encuentra aplicaciones en la fabricación de productos de limpieza, desinfectantes y aromatizantes.

### **Efluentes industriales - Tratamiento**

Características físico químicas y constituyentes del efluente líquido a generar: Ácido

Agua de proceso: restos del lavado de la resina, ácido cítrico, purga de agua de caldera, lavado de maquinaria, pisos.

Los efluentes son tratados mediante tratamiento primario, utilizando el sistema de interceptador – decantador, mediante esta tecnología se separa el material sólido del líquido, flotando aquellos que poseen una densidad menor que el agua, mientras que los más pesados se depositan en el fondo del sistema.

En la imagen siguiente se pueden observar la instalación. El sólido es reingresado al proceso productivo.



**Piletas – Sistema Interceptador – Decantador**

### **Manejo de residuos**

Se generan diferentes corrientes residuales, a continuación se presenta el detalle. Considerando la actividad evaluada, haciendo una clasificación desde la fuente, se incluyen dentro de la categoría “Residuos Industriales”.

**Industriales no peligrosos:** asimilables a domiciliarios, están constituidos por:

- Residuos de comida: restos de comida elaborada sobrante del almuerzo – cáscaras de frutas - yerba.
- Escombros combustibles y no combustibles: papeles, cartones, madera, plásticos, nylon, latas, cáscara.

Estos residuos son almacenados, de forma diferenciada, en orgánicos e inorgánicos. Los residuos son retirados por una empresa tercerizada que los transporta al Relleno Sanitario de la Ciudad de Gualeguaychú.

**Observaciones:** Como consecuencia de la separación de sólidos, se obtienen dos tipos de residuos, la cáscara, que son separadas en un filtro, al que se le pasa una corriente de vapor para arrastrar la materia orgánica que puede tener aún retenida, la cual una vez verificado el pH, es retirado y dispuesto en relleno sanitario. La otra corriente de sólidos obtenida es la que se separa en un filtro prensa, que consiste en pequeñas partículas sólidas de madera de pino retenidas en un mineral usado como ayuda filtrante (perlita). La torta filtrante es lavada con agua caliente y terminada con una corriente de aire comprimido, para eliminar los restos de miera diluida.

#### **Industriales peligrosos:**

- Aceites lubricantes: son aceites minerales derivados del petróleo.
- Grasas lubricantes: es un material semifluido formado por un agente espesante, un aceite base y, normalmente, una serie de aditivos.
- Sólidos (trapos) Contaminados con Grasas y Aceites.
- Sólidos (envases de ácido sulfúrico).
- Etanol: es un alcohol incoloro, inflamable.
- Acetona: perteneciente al grupo de cetonas, líquido incoloro de olor característico.
- Trementina: líquido incoloro inflamable, mezcla de terpenos. Generación: (etanol, acetona y trementina).

Los residuos peligrosos son almacenados en tambores metálicos y bidones plásticos, colocados sobre un piso de hormigón impermeabilizado en un lugar destinado para tal fin, los mismos son retirados por empresa tratadora de residuos peligrosos.

- El proceso no genera residuos gaseosos, que requieran controles.

Emisiones a la atmósfera

La instalación cuenta con una caldera humotubular de tres pasos para la generación de vapor (Producción de Vapor: 2400 kg./hs.), no se dispone de análisis sobre la composición de humos.

Emisiones difusas. Dentro de esta categoría se identifican las procedentes de la circulación de vehículos, las mismas se asocian a la generación de material particulado por el rodamiento de los vehículos.

Una vez analizadas las diferentes corrientes de residuos se ha detectado como problema a tratar:

- El considerable volumen de residuos sólidos (pequeños pedazos de corteza, cáscara y agujas de pino) generado como consecuencia de la separación de sólidos en los filtros gruesos.
- El costo del transporte de los contenedores a disposición final.



**Contenedor con los residuos sólidos separados en el filtro grueso**

## Objetivo general

- Disminuir el impacto al medio ambiente causado por la generación de diferentes corrientes de residuos en los procesos de fabricación de resinas colofonias y trementina vegetal a partir de la miera de pino”.

## Objetivos específicos

- Analizar antecedentes internacionales, nacionales y regionales que puedan relacionarse con la elaboración de un plan de gestión de residuos, para poder aplicarlos en éste tipo de industrias.
- Plantear alternativas posibles de solución para la aplicabilidad del plan de gestión de los desechos forestales en éste tipo de industrias, como el aprovechamiento de los mismos para la utilización en hornos, en calderas para la generación de energía eléctrica, en la jardinería como abono orgánico.

## Antecedentes

### Antecedentes internacionales:

#### 1- Establecimiento de una planta destiladora de resina de pino en el Estado de Oaxaca.

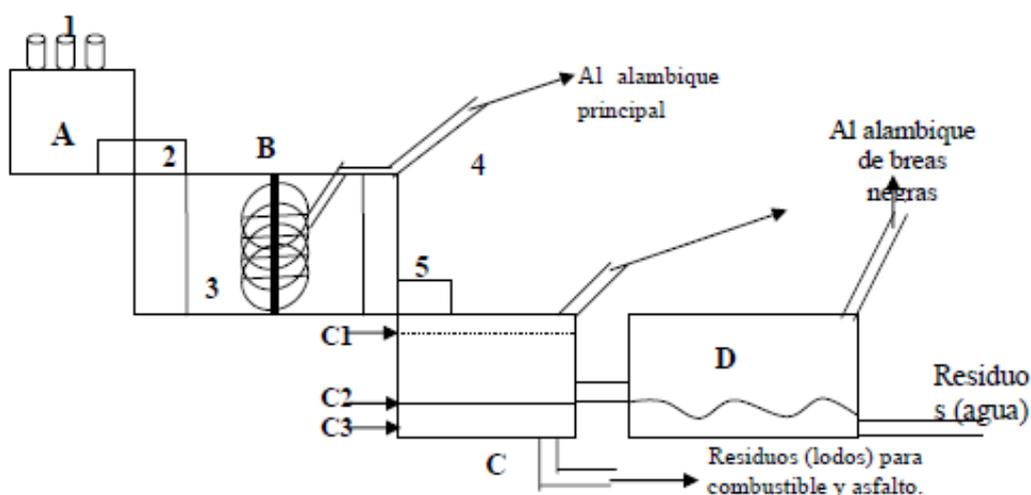
### Tratamiento de la cachaza, colas y lodos

Los residuos de la fusión, filtración y decantación de la resina como son la cachaza, colas y lodos, son sometidos a un tratamiento para la recuperación del aguarrás de que están impregnados. El tratamiento consiste en someterlos a un calentamiento en un alambique diferente al de la destilación de la resina en el que, por el calentamiento e inyección de vapor de agua los vapores del aguarrás pasan a un condensador siguiendo un procedimiento similar al anterior. La recuperación de aguarrás en cada uno de estos elementos se hace por separado. La cachaza, una vez sometida a este tratamiento se utiliza como combustible en los hornos ladrilleros o es posible su reprocesamiento para la recuperación de breas oscuras de las que queda impregnada mientras que lo resultante de lodos y colas ya es desecho, aunque en algunos lugares es usado, con mezcla de arena, como un tipo de asfalto. (Romahn, 1992).

### Elaboración de brea negra

Los residuos de la preparación, filtración tales como la cachaza, lodos y colas se someterán a un tratamiento para la recuperación de breas negras y del aguarrás del que están impregnados. El tratamiento consiste en someterlos a un calentamiento en un alambique diferente al de

destilación de la resina, en el que, por calentamiento e inyección de vapor de agua, los vapores de aguarrás pasan a un condensador mediante un procedimiento similar al de destilación, la obtención de brea de menor calidad y la recuperación de aguarrás en cada uno de estos elementos se hace por separado.



**Figura 1 Fuentes de cachaza, colas y lodos.**

(1) Tambores de trementina, (2) Salida de la trementina, (3) Agitador y serpentín, (4) Salida de trementina preparada, (5) Salida de agua e impurezas (Cachaza, lodos y colas).

(A) Tanque de almacenamiento de trementina, (B) Tanque de preparación, (C) Tanque de lodos, (C1) Cedazo de filtración (Cachaza), (C2) Nivel de las colas, (C3) Nivel de lodos, (D) Tanque de colas

## 2 – Proyecto de eficiencia energética en ladrilleras artesanales – Informe de validación del ventilador en el horno tradicional

La producción de ladrillos implica un gran impacto en los recursos naturales, a través de modificaciones tecnológicas en el proceso es posible ayudar a mitigar dicho impacto y ayudar al sector en una mejora de sus ingresos.

Los países en vías de desarrollo, como el caso de Honduras y Nicaragua, cuentan con altos niveles de vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, por lo que la adopción de medidas en diferentes ámbitos se vuelve de carácter urgente.

Honduras es una región que cuenta con 497 ladrilleras artesanales y semimecanizadas que utilizan combustibles que generan alto impacto ambiental, sumado a que el proceso de quema

se los realiza en hornos de baja eficiencia energética; lo cual se traduce en una calidad deficiente del aire, que impactan al cambio climático y la salud de las personas. El uso de residuos de aserraderos de madera de pino y leña, entre otros combustibles para la cocción de ladrillos y tejas, contribuyen a la contaminación del aire, la deforestación y la disminución de la disponibilidad de agua, incrementando las causas del cambio climático.

Existen algunas medidas tecnológicas importantes que pueden ser adoptadas por el sector ladrillero, para minimizar su consumo energético y la generación de GEI (gas de efecto invernadero) proveniente del uso de la leña. A lo largo de los últimos años, la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) a través del Proyecto de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de Latinoamérica (EELA) manejado por Swiss Contact, ha impulsado prácticas y tecnologías de producción tendientes a minimizar los impactos reduciendo la generación de gases de efecto invernadero, pero a través de alternativas rentables y competitivas. En este campo, las tecnologías basadas en la mejora de combustión a través del uso de ventiladores centrífugos (ventolines), mayor eficiencia en el cocimiento de los ladrillos a través de hornos mejorados y las Buenas Prácticas de Producción, han jugado un papel fundamental dado que contribuyen a una importante reducción de costos.

#### - Consumo de leña

**El tipo de leña utilizada durante las quemas es básicamente pino, orillas y cáscaras (corteza) de pino, así como residuos de palillera (aserraderos).**



Ilustración ➤ Horno tradicional



Ilustración ➤ Sistema de ventilación en horno tradicional

### 3 – Utilización de los residuos forestales

Investigación sobre los métodos para transformar el follaje y los residuos de la industria maderera en productos como piensos animales, fertilizantes, productos cosméticos y farmacéuticos.

En algunos países, la eliminación de los residuos de la industria forestal, en especial follaje y residuos madereros, puede constituir un problema. Estas materias, no obstante, son muy susceptibles de ser utilizadas de una forma ecológica y económica en la producción de energía y de innumerables productos de alta demanda social.

Se ha publicado ya mucha información sobre su uso para generar energía alternativa, por ejemplo en la producción de combustibles renovables como etanol y éter butílico terciario etílico. Pero el presente artículo se centra en la transformación de residuos forestales en productos de alto valor para otros varios sectores como las industrias farmacéutica, química y cosmética, así como el sector agrícola.

- Uso de residuos forestales

Productos de celulosa de madera (lignocelulosa): energía, biofertilizantes, suplementos alimenticios; sustancias bioactivas y productos forestales naturales: cera, derivados clorofílicos, aceites esenciales, harina vitamínica; resinas y sus derivados: colofonia (pez griega), trementina; mobiliario y tableros: muebles, tableros de partículas. Estos productos se encuentran actualmente en distintas fases de desarrollo (laboratorio, pruebas, planta piloto y planta industrial), y la estrategia se dirige a consolidar la fase productiva y de comercialización de estos productos en la región.

Diferentes formas de empleo de los residuos maderables:

- Uso de los residuos forestales en diferentes países

1-En el Reino Unido: la Timber Research and Development Association (TRADA), con sede en High Wycombe, cree que los nuevos diseños de hornos permitirán utilizar como combustible todo el potencial de los residuos madereros. Según un artículo de Michael Wigan, publicado en el periódico inglés The Guardian, hasta ahora.

2-En Gran Bretaña :los hornos para madera han tenido menor difusión y han dado resultados inferiores a sus posibilidades, debido a que, con frecuencia, la madera se quema cuando está todavía demasiado húmeda lo que da un elevado contenido de alquitrán y provoca la obstrucción de las tuberías y chimeneas.

Los hornos con compartimientos de secado podrían contribuir a resolver este problema.

Muchas empresas madereras están utilizando ya calderas encendidas con residuos de madera. Se fabrican bloques de aserrín compacto que se venden en forma de briquetas o bolas combustibles.

3-En Escandinavia y en los Países Bajos: los «bosque energético» es ya una realidad: se trata de un bosque de rotación breve, cultivado algunas veces en condiciones artificiales con el principal objetivo de utilizar la madera para la producción de energía.

Recientemente se han obtenido importantes resultados empleando algunas clases de agujas de coníferas.

4-En Suecia: por ejemplo, se ha demostrado que las agujas de la picea y del pino contienen sustancias aprovechables para piensos, preparaciones vitamínicas, y semielaborados químicos. Cada año la Latvia fabrica 200000 toneladas de muka, que es una harina vitamínica hecha de agujas de pino.

La multiplicación de los usos de las materias forestales conducirá a muchos países a decir cuántas hectáreas habrá que forestar, reforestar o someter a explotación intensiva, para explotar las nuevas posibilidades, sobre todo teniendo en cuenta que ya existe una gran competencia entre diversas formas de aprovechar la tierra.

5-Se conoce que Estados Unidos, Finlandia, Australia y otros países: realizan experimentos que demuestran la efectividad de la utilización de residuos de la industria de elaboración de la madera y el follaje en la obtención de alimento animal a partir de la tecnología química moderna y la biotecnología.

6-En Canadá, la firma State Technology, LTD, comercializa un producto bajo la marca comercial «Procell» obtenida de los desechos del bosque descrito como un producto fibroso, de olor agradable, buen gusto y que eleva el apetito, el cual constituye un suplemento alimenticio en la dieta animal .

7-En la antigua URSS: se reportan diferentes experiencias en la obtención de suplementos carbohidratados y/o proteicos a partir de aserrín, astillas y corteza, empleando diferentes métodos (Utkin, 1984; Ladinskaya, 1987). Ensayos realizados por diferentes investigadores dan fe del valor nutritivo de tales suplementos.

Ejemplos:

Al suministrar suplemento carbohidratado obtenido a partir de astillas de madera a novillas y vacas lactantes, se comprobó que su valor nutritivo es elevado y equivale a 0,5-0,6 unidades alimenticias (Levanova, 1987) Se suplementó una dieta alimenticia para toros de ceba con masa sacarificada de madera, en dosis de 4 Kg por cabeza al día y se observó un aumento en 32 % en peso de los animales con respecto al grupo de control (Strelski, 1989).

8-En el Centro de Estudios de Biomasa Vegetal de la Universidad de Pinar del Río: se obtuvo un suplemento alimenticio que se denominó masa sacrificada de aserrín de pino, que es en sí celulignina enriquecida en azúcares de fácil asimilación. Está comprobada su utilización como suplemento en la dieta de aves (Álvarez, 1993). Las cualidades alimenticias del producto se enriquecieron mediante el cultivo de hongos basidiomicetos sobre este sustrato, los cuales, mediante una fermentación en estado sólido son capaces de bioconvertir rentablemente y a gran escala los residuos forestales y agrícolas, obteniéndose un enriquecimiento proteico del sustrato por el crecimiento micelial del hongo. En la agricultura son numerosos los reportes científicos acerca de la utilización del aserrín y la corteza de pino en la elaboración de compost para la fertilización orgánica y el mejoramiento de los suelos en diferentes países. Compost es el producto de la mezcla de todos los desechos vegetales y animales con el objetivo de que sufran la descomposición microbiana mediante fermentación, convirtiéndose, en un tiempo prudencial, en lo que se conoce como mantillo o humus (Dangler, 1993; Milbocker, 1991) .

9-En Chile: un grupo de investigadores estudiaron el comportamiento de mezclas suelo-aserrín-ceniza y comprobaron la posibilidad de utilización de estos residuos como mejoradores de la fertilidad de los suelos, ya que las mezclas producen un incremento en el nivel de elementos nutritivos (Cruz, 1990) .

10-En España: se reporta la utilización de corteza de pino, de la cual han sido extraídos los fenoles para la obtención de adhesivos, con fines agrícolas, ya que por sus propiedades físicas y químicas impide el desarrollo de hierbas indeseables (López, 1993).

11-Investigadores norteamericanos refieren efectos positivos de la corteza de pino pulverizada para el incremento de las poblaciones de hongos en el suelo (Kokalis-Burelle, 1994).

12-En Portugal un grupo de investigadores demostró la efectividad de la corteza de pino y eucalipto como sustitutos de la zeolita en calidad de intercambiadores iónicos vegetales para la fertilización del suelo, composteada con otros compuestos (Guedes de Carvalho, 1994) .

13-En Cuba: también se han realizado trabajos encaminados a demostrar la efectividad de estos residuos forestales con fines agrícolas. En el Instituto de Investigaciones Forestales, por ejemplo, obtuvieron un abono orgánico a partir de residuos boscosos, cepas microbiológicas y agentes químicos (Harewood, 1989). Otras alternativas de uso de los residuos forestales madereros, están relacionadas con su utilización como fuente de energía, como la obtención de biogás, de carbón activado y etanol combustible.

Todos estos ejemplos de empleo de la biomasa muestran la fuerte conexión entre la agricultura por un lado y la producción y utilización descentralizadas de grandes cantidades de residuos.

- Follaje arbóreo

El follaje de los árboles talados representa una fuente de biomasa aprovechable para la obtención de aceites esenciales, ceras, extractos vegetales (derivados de clorofilas y concentrados alimenticios) y forrajes (Yagodin, 1881; Díaz, 1998).

Aunque el follaje que queda en el suelo del bosque aporta ciertos beneficios como reciclaje de nutrientes y protección del suelo contra la erosión, su acumulación excesiva en los bosques puede suscitar problemas como el mayor riesgo de enfermedades e incendios forestales.

Este es el caso sobre todo en las zonas de tala, en las que Vidal (1995) estima que suele quedar del 35 al 45 por ciento del follaje arbóreo. Las coníferas, por ejemplo, dejan tras de sí anualmente de 2 a 4 toneladas por hectárea. Retirando parte del follaje después de la tala se reduce el riesgo de incendios y enfermedades.

Los biopreparados a partir del follaje de especies forestales contienen altos niveles de clorofilas y carotenoides, por lo que poseen una amplia gama de aplicación en diferentes campos como la farmacéutica, la cosmética y la medicina veterinaria.

La utilidad de los derivados de la clorofila está relacionada con su capacidad de estimular los procesos de regeneración de tejidos y con sus cualidades antimicrobianas.

Actualmente, los derivados de la clorofila tienen un alto valor de mercado nacional e internacionalmente, por la tendencia a utilizar productos naturales; parece que es el momento de realizar un estudio de mercados, ya que hay una tendencia universal a establecer pequeñas plantas piloto para el tratamiento de la biomasa.

- Residuos de la elaboración de la madera

Los residuos de la madera se han definido de diversas maneras según sus usos. La FAO (2000) ha definido así los residuos de la madera:

«Madera en rollo que queda después de la producción de productos forestales en la industria de elaboración forestal (es decir, residuos de la elaboración forestal) y que no ha sido reducida a astillas o a partículas [definiéndose las astillas y partículas como `madera que ha sido reducida deliberadamente a trozos pequeños durante la manufactura de otros productos madereros’]. Se incluyen los desechos de aserradero, tapas, despuntes, recortes, duramen de trozas para chapas, desechos de chapa, aserrín, corteza, residuos de carpintería y de ebanistería, etc.

Se excluyen las astillas de madera obtenidas directamente (es decir, en el bosque) de la madera en rollo o de residuos (es decir, ya contabilizadas como madera para pasta, rolliza y partida, o astillas y partículas de madera).»

La generación media de residuos en la elaboración de madera aserrada, para las coníferas, es de alrededor del 30 por ciento de la biomasa del tronco utilizado, lo que incluye aserrín (5 a 8 por ciento) y corteza (10 a 14 por ciento) (Kalincha, 1978).

La acumulación de los residuos en los aserraderos puede llegar a obstaculizar el desarrollo del proceso productivo, por lo que es necesario que sean evacuados con prontitud. Algunos productores los venden o regalan a empresas que les dan diferentes usos, pero en muchas ocasiones se envían a los vertederos o se incineran indiscriminadamente, lo que es un derroche de materia orgánica rica en nutrientes.

El aserrín acumulado en el bosque o en los aserraderos constituye un depósito y un foco para la propagación de hongos (especialmente de los géneros Fomes, Schizophyllum y Polyporus, entre otros) que provocan la podredumbre de árboles moribundos o muertos con un contenido de humedad relativamente alto. El aserrín supone también peligro de incendios.

La acumulación de aserrín puede tener además efectos ambientales negativos:

Al descomponerse, el dióxido de carbono contenido en la materia orgánica se dispersa en la atmósfera.

El sol y las altas temperaturas pueden provocar una pirólisis de baja temperatura en grandes montones de aserrín, haciendo que emitan gases contaminantes. La combustión eleva también la temperatura ambiente, produciendo un efecto de invernadero.

Los residuos pueden ser un medio ideal para la propagación de plagas y enfermedades. La cuestión del uso de los desechos madereros es muy compleja, sobre todo en los países en desarrollo, y depende de consideraciones económicas y de los medios de transporte.

- Tipos de tratamientos empleados en el mejoramiento de residuos madereros.

Los residuos forestales, concretamente, los residuos de la elaboración de la madera, los cuales contienen entre 60 – 70 % de polisacáridos, son fuente potencial de alimento para los animales y en su estado natural, no son digeribles por estos.

En la literatura científica se describe la utilización de hasta 25 % de aserrín no tratado, tanto de **conífera** como de latifolia, en las raciones de ganado vacuno. Se destaca que el aserrín no daña el tracto digestivo de los terneros, ni causa efecto tóxico. La introducción de aserrín voluminoso en las raciones concentradas disminuye algunas afecciones como absceso en el hígado. La calidad de la carne no disminuye. Sin embargo, como señalan algunos autores, este aserrín en su estado natural asegura un funcionamiento normal del rumen, pero no constituye fuente de sustancias alimenticias.

- Utilización de residuos madereros en la agricultura.

Los residuos forestales desempeñan un importante papel en la ecología y la protección de los ecosistemas forestales y agrícolas, manteniendo la fertilidad del suelo. El contenido de materia orgánica y la estructura de ellos ayudan a controlar la erosión, sedimentación e inundaciones. La materia orgánica mejora la estructura del suelo, incrementa la capacidad de cambio catiónico y estabiliza la proporción de nitrógeno en la mineralización.

La masa de la corteza, en comparación con el aserrín, contiene una cantidad mayor de elementos nutritivos. En corteza de pino se reporta: 0,5 % de N; 0,04 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 0,13 % de K<sub>2</sub>O. Puede utilizarse sin compostar. Fragmentos de corteza de pino de aproximadamente 5 cm se transforman en humus en el transcurso de dos años.

En la agricultura son numerosos los reportes científicos acerca de la utilización del aserrín y la corteza de especies forestales en la elaboración de compost para la fertilización orgánica y el mejoramiento de los suelos en diferentes países.

Compost es la mezcla de todos los desechos vegetales y animales con el objetivo de que experimenten la descomposición microbiana mediante fermentación, convirtiéndose en un tiempo prudencial en lo que se conoce como mantillo o humus.

Fueron estudiados por investigadores brasileños los efectos de residuos de *Leucaena leucocephala* en la fertilidad de dos tipos de suelos en Paraná y se comprobó que hubo reducción de la acidez y del aluminio intercambiable, además de un incremento en el contenido de calcio, potasio, materia orgánica y fósforo.

- Fertilizantes obtenidos mediante biotratamiento de aserrín de pino con lombrices de tierra

Obtención de fertilizante a partir de la biotransformación del aserrín de pino con lombriz de tierra. Se produjo fertilizante utilizando la lombriz *Eisenia foetida* para la biotransformación de excretas vacunas y aserrín de *Pinus* spp. en la proporción de 75:25. El vermiabono obtenido es una mezcla de componentes químicos producidos por la digestión enzimática del substrato orgánico (excretas y aserrín) y el metabolismo de los microorganismos. Es de color oscuro (casi negro), uniformemente granuloso, ligero y poroso.

La fecundidad y el desarrollo de las lombrices, que dependen de las fuentes de alimentación, fueron similares en la *E. foetida* cuando se alimentó con excretas vacunas solamente y con la combinación de éstas con un 25 por ciento de aserrín de *Pinus caribaea*. Las características químicas del fertilizante obtenido con excretas vacunas y aserrín en proporción 75 : 25 son similares a las de otros fertilizantes orgánicos obtenidos en Cuba: 1,02 por ciento de N; 0,67 por

ciento de P; 0,42 por ciento de K; 40,51 por ciento de materia orgánica; 35 por ciento de humedad, pH = 6,90, C/N = 21:47. Obteniéndose un enriquecimiento proteico del sustrato por el crecimiento micelial del hongo.2.

En nuestro país también se han realizado trabajos encaminados a demostrar la efectividad de estos residuos forestales con fines agrícolas. En el Instituto de Investigaciones Forestales, por ejemplo, obtuvieron un abono orgánico a partir de residuos boscosos, cepas microbiológicas y agentes químicos (Harewood, 1989).

La lignina hidrolizada ha sido utilizada en la elaboración de compost como sustancia orgánica y su valor como mejorador de suelo se relaciona con el contenido de azufre residual que ella posee (Strajov,1989). Otras alternativas de uso de los residuos forestales madereros, están relacionadas con su utilización como fuente de energía, como la obtención de biogás, de carbón activado y etanol combustible. Todos estos ejemplos de empleo de la biomasa muestran la fuerte conexión entre la agricultura por un lado y la producción y utilización.

### **Antecedentes nacionales**

#### **4 – Chips de pino - astillas y pellets**

##### **(Argentina)**

Descripción: Chip de pino Elliotti y Taeda (con y sin corteza). Material homogéneo y limpio, sin agentes externos.

Somos los principales proveedores de biomasa para plantas de Energía y calderas industriales de la Argentina.



## 5 – Planta de Biomasa en Corrientes: En un mes, estarían realizando las primeras pruebas.

En Gobernador Virasoro (Corrientes) se levanta una majestuosa construcción que representa un hito en la industria energética de la provincia. Se trata del proyecto de las dos centrales térmicas de generación de energía eléctrica, Garruchos (proyecto 1) y San Alonso (proyecto 2), pertenecientes a la Empresa Fuentes Renovables de Energía S.A. (FRESA)

19 de Junio, 2019



Los trabajos del proyecto 1 “avanzan a buen ritmo”, sostuvo el director de obra de la empresa Neoconsult, Fabián Bondaruk.

El proyecto 1 de la empresa muestra un avance superior al 75% y desde la firma a cargo de la obra estiman que en un mes estarían realizando las primeras pruebas. Cuando esté funcionando a pleno la central demandará 150 camiones diarios de materia prima forestal proveniente de subproductos.

Bondaruk aclaró que no son accionistas en el proyecto y que Neoconsult fue contratada para diseñar y dirigir la obra, administrada por la propietaria FRESA a través de un contrato tipo EPCM. La empresa a cargo del proyecto cuenta con vasta experiencia en construcciones de emprendimientos de cogeneración de energía, lo que les permitió ser contratada por los directores de FRESA.

Según el director de la obra, los trabajos van cumpliendo con los plazos estipulados y si no se registran precipitaciones que retrasen las tareas programadas, en un mes estarían realizando las primeras pruebas. Detalló que actualmente se realiza el montando de la caldera y de acuerdo a “la curva de inversión están en un 90% pero en lo que refiere a la ejecución de obra la estimación es de 70%”.

Dado el grado de avance desde Neoconsult calculan que, si no se registran lluvias que retrasen los trabajos, “en un mes se pondría en marcha el primer proyecto”. Bondaruk indicó que “el 31 de agosto tendríamos que estar realizando los primeros ensayos”. No obstante, explicó que eso no significa que la energía que comience a producirse de inmediato se sumará a la red nacional porque hay procedimientos previos que se deben cumplir ante organismos provinciales y nacionales.

El ministro de Industria, Trabajo y Comercio, Raúl Schiavi, valoró el grado de avance del proyecto y destacó que “cuando estén finalizadas las obras y cumplimentados los procedimientos de aprobación del proyecto, la energía generada por FRESA posicionará a la provincia a nivel regional como tierra propicia para albergar emprendimientos de ese tipo”. Además, remarcó que “este es el modelo de desarrollo que propone el gobernador Gustavo Valdés, mirando al futuro pero pensando en llevar soluciones al presente, generando mano de obra y energía a partir del aprovechamiento de recursos que no se utilizan para tal fin”.

### **Producción de energía**

El proyecto consiste en dos centrales térmicas para generar energía eléctrica a partir del aprovechamiento de los subproductos de las industrias forestales y de la producción forestal. Para ello utilizarán en el proceso aserrín, chips, aserrín y cortezas de pino y eucalipto; y biomasa proveniente de madera seca, materiales forestales que actualmente no tienen un uso industrial.

Al utilizar desechos forestales para la generación de energía eléctrica se evita la quema al aire libre, que puede generar problemas de contaminación por emisión de material particulado y gases tóxicos, o la acumulación en basurales para su degradación natural, en donde se produce la generación de metano, cuyo potencial de efecto invernadero es 21 veces superior al del dióxido de carbono.

Para tomar dimensión de la envergadura del proyecto, Bondaruk graficó que diariamente, de lunes a viernes, FRESA demandará 150 camiones de materia prima por central. Por eso en el lugar habrá tres básculas para el ingreso de camiones; siete hectáreas dedicadas a la playa de

biomasa y acopio; tres plataformas volcadoras; dos chipeadoras; un silo de biomasa conectado a la plataforma volcadora y otra que direcciona la materia prima desde el silo a la caldera.

## **5 – Evaluación de la capacidad de enraizamiento y desarrollo de clones híbridos de *Eucalyptus* spp en sustratos con compost**

En Argentina la producción de Eucaliptos se concentra principalmente en la Mesopotamia con 150.000 ha plantadas con *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, especie de rápido crecimiento y madera clara, pero sensible a heladas, destinada principalmente a uso sólido. *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh es una especie de crecimiento más lento, de madera color oscuro y densa (Marcó, 2005; Sánchez Acosta, 2006), que tiene amplia variación genética y plasticidad para adaptarse a distintas condiciones climáticas y de suelos, inclusive aquellos con problemas de salinidad y sequía. (Eldridge et al., 1994).

Los híbridos tienen la capacidad de producir combinaciones de rasgos de producción y adaptativos que genéticamente no son posibles dentro de una especie. (Griffin, 2008). A través de un programa de cruzamientos controlados en la EEA Concordia del INTA se generaron híbridos interespecíficos de *E. grandis* x *E. camaldulensis* con el objetivo de ampliar el área de plantación a aquellas zonas donde la implantación de *E. grandis* se encuentra limitada. A través de la silvicultura clonal se logra fijar el vigor híbrido de los materiales seleccionados (Marco & Harrand, 2005). Un híbrido sólo puede usarse operacionalmente si se puede clonar. En este sentido *E. grandis* y *E. camaldulensis*, tienen la ventaja de enraizar fácilmente (Griffin, 2008). Para ello es necesario ajustar una serie de variables que intervienen en la propagación vegetativa de estos materiales como humedad, temperatura, concentración de promotores del enraizamiento y sustrato, entre otros. El sustrato es un material que colocado en un contenedor permite el anclaje del sistema radicular (Abad et al., 2004). Puede estar formulado por uno o más materiales, debe poseer una elevada porosidad y capacidad de retención de agua, junto a un buen drenaje y aireación (Ansorena, 1994). En la propagación vegetativa de eucaliptos es común el uso de distintos materiales **como corteza de pino compostada**, turba, perlita y cáscara de arroz quemada entre otros, que puros o mezclados en distintas proporciones, son utilizados como sustratos.

## **6 – Corteza de pino para acolchar el suelo del jardín**

La corteza de pino es uno de los materiales que se utilizan con mayor frecuencia para conformar un acolchado, es decir, la capa de materia orgánica que se coloca sobre el suelo del jardín. Esta práctica tiene múltiples beneficios para los ejemplares que habitan en esa tierra, como su

contribución para que el sustrato conserve la humedad y para evitar el desarrollo de malas hierbas.

Existen dos formas en que la corteza de pino se puede emplear en el suelo del jardín: en bruto o cribada. La corteza en bruto es tal como sale de la serrería, mientras que la cribada es la que ha pasado por un proceso de filtrado y está compuesta solo por las piezas más pequeñas.

La corteza de pino cribada más habitual en el mercado permite un acabado más homogéneo y se recomienda para plantas más finas y pequeñas. Para conseguir corteza en bruto, por su parte, muchas veces es necesario acercarse a una serrería para encontrar la que allí se produce tras trabajar la madera. Se recomienda comprarla a granel cuando se necesiten grandes cantidades.

### **Ventajas de la corteza de pino en el suelo del jardín**

Ayuda a conservar la humedad. La corteza de pino funciona como barrera: impide que el suelo se caliente mucho, lo cual es muy valioso sobre todo en verano, y reduce la humedad que el sustrato pierde por evaporación. Además, se evita (o pierde importancia) el crecimiento del césped, que en general también precisa de buenas cantidades de agua. Como consecuencia, las necesidades de riego del jardín resultan inferiores, con el consiguiente beneficio tanto para el medio ambiente como para la economía doméstica.

Impide el desarrollo de malas hierbas. Los fragmentos pequeños de corteza de pino dificultan de manera notoria el desarrollo de las malas hierbas. Además, si pese a la presencia del acolchado logran crecer, son más fáciles de identificar y eliminar.

Se puede pisar. El césped del jardín a menudo impone limitaciones, como evitar pisarlo para procurar su mejor crecimiento y desarrollo, lo que acarrea ciertas incomodidades. La corteza de pino, en cambio, es un material muy resistente, que se puede pisar sin mayores perjuicios.

Genera bonitos contrastes con el verde de las plantas y arbustos. A nivel decorativo, el color oscuro de la corteza de pino posibilita que los colores de las plantas y flores del jardín se destaquen de otra manera. Permite, también, la formación de senderos o la separación de distintas áreas dentro del jardín.

Buen aroma. El olor de la corteza de pino es fresco y agradable, lo cual representa una ventaja más en el momento de valorar la colocación de este acolchado.

## Alternativas

Teniendo en cuenta la transformación y aprovechamiento de residuos forestales, como los residuos de pino (cortezas, cáscaras, agujas, etc.) en productos de alto valor para otros varios sectores como las industrias farmacéutica, química y cosmética, así como en el sector agrícola, la industria ladrillera, la generación de energía, la jardinería, etc. que se llevan a cabo en distintos países del mundo como así también en Argentina, podemos considerar algunas alternativas de suma importancia para lograr un plan de gestión de residuos sostenible para disminuir el impacto al medio ambiente reduciendo los volúmenes de residuos a disponer sin ser reutilizados, como así también una baja en los costos industriales.

### Alternativa 1

Se contactará a los fabricantes de ladrillos de la zona para ofrecer el servicio de contar con materia prima a granel (corteza, cáscara, agujas de pino) para la combustión de sus hornos, donde se especificará el volumen semanal de materia prima disponible para que puedan retirar de la fábrica sin costo alguno en días y horarios preestablecidos, teniendo en cuenta los imponderantes que puedan surgir, y/o también se puede manejar la alternativa de llevar la materia prima a los horneros de la zona aprovechando el transporte (camión batea) con que cuenta la empresa a un determinado costo. El mismo se hará desarrollando un plan de logística.

### Alternativa 2

Se aprovechará el flete de regreso del camión batea (capacidad 25 m<sup>3</sup>) al norte del país, desde donde trae la miera de pino a procesar, para distribuir los residuos forestales a granel (corteza, cáscara, agujas de pino) a potenciales clientes que utilicen éste tipo de residuos forestales para el aprovechamiento en la generación de energía para sus procesos industriales como pueden ser los hornos ladrilleros, las calderas, etc. La logística de distribución de los residuos forestales estará diseñada teniendo en cuenta un viaje cada quince días, donde se acordará con los clientes la cantidad y día de entrega.

### Alternativa 3

Se comercializará la corteza / cáscara de pino en bolsas de 50 L. y/o pallets de 24 Bolsas. como **“Corteza de Pino”** decorativa para jardinería.

Esparcidos uniformemente alrededor de las plantas otorgan un aspecto decorativo, aumentando el valor estético y una mejor terminación en cualquier plantación, ya sea en maceta o en tierra.

La corteza de pino para decoración es una gran aliada de los mejores parques y zonas ajardinadas. Es principalmente utilizada para evitar la aparición de malas hierbas, además del citado efecto decorativo que produce su aplicación. Es el mejor producto para mantener la humedad, que favorece el enraizamiento y evita la erosión ante los innumerables cambios climáticos, como protector de cultivos y suelos. Como consecuencia, las necesidades de riego del jardín resultan inferiores, con el consiguiente beneficio tanto para el medio ambiente como para la economía doméstica.

Con el paso del tiempo y a medida que va degradándose aporta materia orgánica que el suelo capta para su nutrición. Tiene un bajo coste de mantenimiento, diferencia de otros materiales decorativos usados en jardinería.

## Matriz de análisis de factibilidad

Para la confección de la matriz de factibilidad se contemplan los factores descritos a continuación y cada uno de ellos se puntúa con un valor según la escala del 1 al 10, donde 1 representa un beneficio mínimo y 10 un beneficio máximo. La suma total se considera la alternativa más viable a desarrollar. Los resultados de los puntajes obtenidos se muestran en la (Tabla 1).

❖ **Beneficio Ambiental:** se refiere a la mejora ambiental del entorno afectado una vez implementada la alternativa, teniendo en cuenta además la prevalencia en el tiempo de la solución alcanzada.

❖ **Beneficio Social:** se refiere a los beneficios asociados a las actividades de recuperación de materiales potencialmente reciclables, como así también a los aspectos vinculados a las relaciones entre vecinos de los lugares afectados.

❖ **Costo Inicial:** se refiere a la inversión inicial necesaria para poder adquirir los bienes de uso, consumo y servicios ante la puesta en marcha de la alternativa, contemplando además todo aquel bien o servicio que debiera incorporarse a fin de la ejecución inicial.

❖ **Disponibilidad:** se refiere a la posibilidad de adquirir los bienes de uso, consumo y servicios en un tiempo prudencial a fin de comenzar a implementar la alternativa escogida, contemplando distancias de los proveedores a la ciudad, trámites inherentes a la adquisición o contratación. Favoreciendo los bienes y servicios locales y/o regionales.

❖ **Efectividad:** se refiere a la obtención de la solución de la problemática en el corto plazo, valorizando la solución de mayor durabilidad en el tiempo.

❖ **Costos de Mantenimiento:** se refiere a los costos de mantenimiento de los bienes de uso, reposición de bienes de consumo y servicios asociados a las acciones desarrolladas luego de la puesta en marcha de la alternativa escogida.

❖ **Costos Operativos:** se refiere a los gastos asociados a las operaciones necesarias luego de la puesta en marcha de la alternativa escogida.

❖ **Riesgos asociados:** se refiere a la evaluación de los riesgos reales y potenciales que pudieran generarse por la implementación y desarrollo de la alternativa escogida.

❖ **Modificación Urbanística:** se refiere a la evaluación del efecto relacionado al impacto visual, como así también sobre las condiciones de circulación y planificación urbana.

❖ **Incrementación del Personal:** se refiere al número de personal calificado y no calificado a incorporar que requiere la implementación y desarrollo de la alternativa escogida.

❖ **Otros Usos:** se refiere a los beneficios indirectos para la comunidad que pudiera generar la alternativa escogida.

FACTOR	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Beneficio Ambiental	5	7	9
Beneficio Social	8	9	6
Costo Inicial	6	4	9
Disponibilidad	7	5	8
Efectividad	6	5	9
Costo de Mantenimiento	6	4	9
Costo Operativo	6	5	8
Riesgos Asociados	8	7	9
Modificación Urbanística	8	8	7
Incrementación del Personal	8	7	6
Otros Usos	7	8	6
<b>ELECCION</b>	<b>75</b>	<b>69</b>	<b>86</b>

Tabla 1. Matriz de factibilidad de alternativas

De acuerdo a la valoración obtenida en la Tabla 1, se escoge como alternativa a desarrollar la comercialización de la corteza / cáscara de pino como **“Corteza de Pino”** decorativa para jardinería.

Justifica esta elección la puntuación obtenida por el beneficio ambiental al aprovechar una gran parte de los residuos forestales del proceso de producción de colofonia y trementina, el bajo costo de ésta alternativa, la ausencia de GEI (gases de efecto invernadero) y la devolución de materia orgánica a la tierra, lo que conlleva un beneficio social y ambiental asociado a la recuperación de residuos industriales, y la posibilidad de ampliación del programa de gestión de residuos (otros usos), a través de otras alternativas de aprovechamientos.

## Desarrollo

### Características generales del proyecto

El proyecto para comercializar “**Corteza de pino**” decorativa para jardinería a partir los residuos del proceso de filtrado de la miera de pino, como son la corteza, cáscara, y agujas de pino en bolsas de 50 L. y pallet de 24 bolsas, se desarrollará dentro de la misma planta industrial, ya que se cuenta con gran parte de las instalaciones, equipamiento y materiales necesarios para poder llevarlo a cabo.

### Marco legal

Las normas legales vigentes aplicables en la jurisdicción del proyecto, haciendo referencia a la legislación nacional, provincial, como así también municipal.

<b>MARCO LEGAL</b>	
<b>NACIONAL</b>	
<b>CONSTITUCIÓN</b>	
<b>Art. 41</b>	Establece que la protección del ambiente es un derecho de todos los habitantes de la República Argentina.
<b>Ley N° 25.675/2002 (General del Ambiente)</b>	<b>Art. 1:</b> “Establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.” <b>Art. 11:</b> “Toda obra o actividad que, en el territorio de la Nación, sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución.”

Ley Nº 25.916/2004 (Gestión de Residuos Domiciliarios)	Art. 1: Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas.
Ley Nº 25.612/2004 (Gestión de Residuos Industriales y de Actividades de Servicio)	Art. 1: Las disposiciones de la presente ley establecen los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional, y sean derivados de procesos industriales o de actividades de servicios. Se entiende por proceso industrial, toda actividad, procedimiento, desarrollo u operación de conservación, reparación o transformación en su forma, esencia, calidad o cantidad de una materia prima o material para la obtención de un producto final mediante la utilización de métodos industriales. Se entiende por actividad de servicio, toda actividad que complementa a la industrial o que por las características de los residuos que genera sea asimilable a la anterior, en base a los niveles de riesgo que determina la presente.
Ley Nº 19.587/1972 (Higiene y Seguridad en el Trabajo) – Decreto Reglamentario 351/79	Establece el régimen básico de higiene y seguridad en el trabajo.
Ley Nº 24.557/1995 (Riesgo de Trabajo) – Decreto Reglamentario 170/96 – Decreto Modificatorio 1338/96 – Decreto Necesidad y Urgencia 1694/09	Establece la necesidad de reducir la siniestralidad laboral a través de la prevención de los riesgos laborales, basándose en la obligación de desarrollar planes de mejoramiento y de vigilar continuamente las condiciones y medio ambiente de trabajo, como asimismo la de monitorear el estado de salud de los trabajadores, derivado de la exposición a estos riesgos, a través de la realización de exámenes médicos.
Ley Nº 22.428/1981 (Conservación de Suelos)	Establece las pautas para la conservación de suelo.
Ley Nº 24.051/1991 (Residuos Peligrosos) – Decreto Reglamentario 831/93	Establece las pautas para la gestión de los residuos peligrosos.
<b>PROVINCIAL</b>	
<b>CONSTITUCIÓN</b>	
Art. 83	Establece que: “El Estado fija la política ambiental y garantiza la aplicación de los principios de sustentabilidad, precaución, (...). Establece medidas preventivas y precautorias del daño ambiental.”
Art. 84	“Un ente tendrá a su cargo el diseño y aplicación de la política ambiental. (...)”
Art. 85	La ley determinará la creación de un fondo de recomposición ambiental, y estrategias de mitigación y adaptación vinculadas a las causas y efectos del cambio ambiental global.” “Los recursos naturales existentes en el territorio provincial corresponden al dominio originario del Estado entrerriano que ejerce el control y potestad para su aprovechamiento, preservación, conservación y defensa (...)”

<b>Decreto Reglamentario 4977/09</b>	Reglamenta la aplicación, plazos, contenidos del Estudio de Impacto Ambiental, que deberá presentar todo emprendimiento o actividad que requiera iniciarse en la provincia de Entre Ríos.
<b>Decreto 3498/16</b>	<b>Art. 1:</b> La Provincia y las Municipalidades emitirán el Certificado de Aptitud Ambiental en sus respectivas jurisdicciones, debiéndose iniciar el trámite correspondiente ante la Secretaría de Ambiente en las condiciones establecidas en el Decreto 4977/09 Gob. Y sus modificatorias.
<b>Decreto 3499/16</b>	<b>Art. 1:</b> La Provincia y las Municipalidades emitirán el Certificado Ambiental Anual como generador, transportista, y operador en sus diversas modalidades de residuos peligrosos o de biopatogénicos en sus respectivas jurisdicciones, debiéndose iniciar el trámite correspondiente ante la Secretaría de Ambiente o ante la Municipalidad respectiva.
<b>Ley Nº 9.032/1996 de Amparo Ambiental</b>	<b>Art. 1:</b> Procederá la acción de amparo ambiental contra cualquier decisión, acto, hecho u omisión de autoridad administrativa, judicial o legislativa en ejercicio de funciones administrativas; funcionario, corporación o empleado público provincial o municipal, o de un particular, sea persona física o jurídica que, en forma ilegítima, lesione, restrinja, altere, impida o amenace intereses difusos o colectivos de los habitantes, en relación con la preservación, protección y conservación del Medio Ambiente, tales como la conservación del aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje; la preservación del patrimonio histórico, cultural, artístico, arquitectónico y urbanístico; la correcta elaboración, almacenamiento, transporte y comercialización de mercaderías destinadas a la población, el manejo y disposición final de residuos; la tutela de la salud pública y en general, en defensa de los valores del ambiente, reconocidos por la comunidad.
<b>Ley Nº 6.260/1978 de Prevención de la Contaminación Industrial</b>	<b>Art. 1:</b> Todos los establecimientos industriales y los que conservan productos perecederos radicados o que se radiquen en el territorio de la Provincia, para su habilitación y funcionamiento deberán dar estricto cumplimiento a las disposiciones sobre ubicación, construcción, instalación y equipamiento que establece la presente ley, con el objeto de preservar el medio ambiente. <b>Art. 2:</b> A los fines de la presente ley, se entenderá por establecimiento industrial a todo aquel destinado a la transformación física, química o físico-química, en su forma o esencia, de materias primas o materiales en nuevos productos, a través de un proceso industrial, mediante la aplicación de técnicas de producción uniformes, la utilización de maquinarias o equipos, la repetición o no de operaciones o procesos unitarios.
<b>Decreto Nº 5837 /91</b>	
<b>Decreto Nº 5394 /97</b>	
<b>Ley Nº 8.880/1994</b>	De adhesión a la Ley Nacional de Residuos Peligrosos Nº 24.051. Anexo – Art. 1: Disponer que el Registro Provincial de Generadores, Operadores y Transportistas de Residuos Peligrosos tendrá
<b>Decreto Reglamentario 603/06</b>	jurisdicción sobre toda generación, operación, transporte y disposición final de residuos peligrosos dentro de la Provincia de Entre Ríos.-

**Ley N° 8.935/1995**

Adhesión de la Provincia de Entre Ríos al Consejo Federal del Medio Ambiente (CO.FE.M.A.)

**Ley N° 8.318/1989 (Manejo de Suelos)**

Art. 1. "Declárese de interés público y sujeto a uso y manejo conservacionista a los suelos de la provincia que por sus condiciones naturales y por acción antrópica, manifiesten síntomas o susceptibilidad de degradación

**Ley N°10.311/2014 Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos**

Art. 1. La presente ley tiene por objetivo establecer el conjunto de principios y obligaciones básicas para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos que se generen en el ámbito territorial de la provincia de Entre Ríos, de conformidad con las disposiciones establecidas en la Ley Nacional N° 25916, de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Domiciliarios, con el fin último de proteger el ambiente y al calidad de vida de la población.

#### MUNICIPAL

**ORDENANZA N°11217/2009.- Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.**

ORDENANZA N° 12.112/17. Tasa de Inscripción al Registro Municipal de Operadores, Generadores y Transportistas de Residuos Peligrosos".

ORDENANZA N° 11517/10. Tasa por Disposición de Residuos

ORDENANZA N° 11531/10. Tratamiento de Efluentes Cloacales.

ORDENANZA N° 11844/13. Clasificación de Residuos Domiciliarios

ORDENANZA N° 11847/10.- Regulación de servicios de Volquetes

ORDENANZA N° 11732/12. Educación Ambiental

[ORDENANZA N° 10576/02. Defensa del arbolado público](#)

ORDENANZA N° 10372/99. Normas que habrán de regir los Parques Industriales que se instalen, por gestión pública o privada en el Municipio de Gualeguaychú.

ORDENANZA N° 9540/91. Digesto territorial del ejido de Gualeguaychú, Zonificación y uso del suelo.

ORDENANZA N° 9542/91. Áreas de Promoción Urbana y sus modificatorias.

ORDENANZA N° 9683/91. Creación del Programa de Preservación del Patrimonio Cultural, Histórico, Monumental, Arquitectónico, Urbanístico y Ambiental de la Ciudad de Gualeguaychú.

ORDENANZA N° 8913/89. Declara la protección municipal a todas las áreas verdes, incluidas dentro del Ejido de Gualeguaychú o bajo su jurisdicción fuera de él.

DECRETO N° 1168199/1999. Nuevo Reglamento General del PARQUE INDUSTRIAL "GUALEGUAYCHÚ", promovido por la Corporación del Desarrollo de Gualeguaychú, que reemplaza al anterior homologado por Decreto 157 del 17 de marzo de 1975 Municipalidad de Gualeguaychú.

\*\*\*\*\*

**Reglamento General del Parque Industrial Gualeguaychú –PIG-(1999)**

**Código de Normas Reglamentarias de Orden Interno del Parque Industrial Gualeguaychú. (Corporación del Desarrollo Gualeguaychú)**

**Marco Legal correspondiente a la creación del PIG:**

***Ordenanza Municipal No 7420/74 del 31 de Octubre de 1974 y el Decreto Municipal No 157/75 del 17 de Marzo de 1975; por el Decreto Provincial Nº 417 S.E.P. del 26 de febrero de 1975 y Resoluciones de la Secretario de Estado de Desarrollo Industrial de la Nación No 327/78 y 185/81.***

**Operatoria**

- 1 - Comenzará una vez separada de la miera de pino los residuos como (corteza, cáscara, agujas de pino) en los filtros gruesos del proceso de fabricación de la colofonia y trementina.



**Filtros gruesos**



**Corteza, cáscara, agujas separadas en los filtros gruesos**

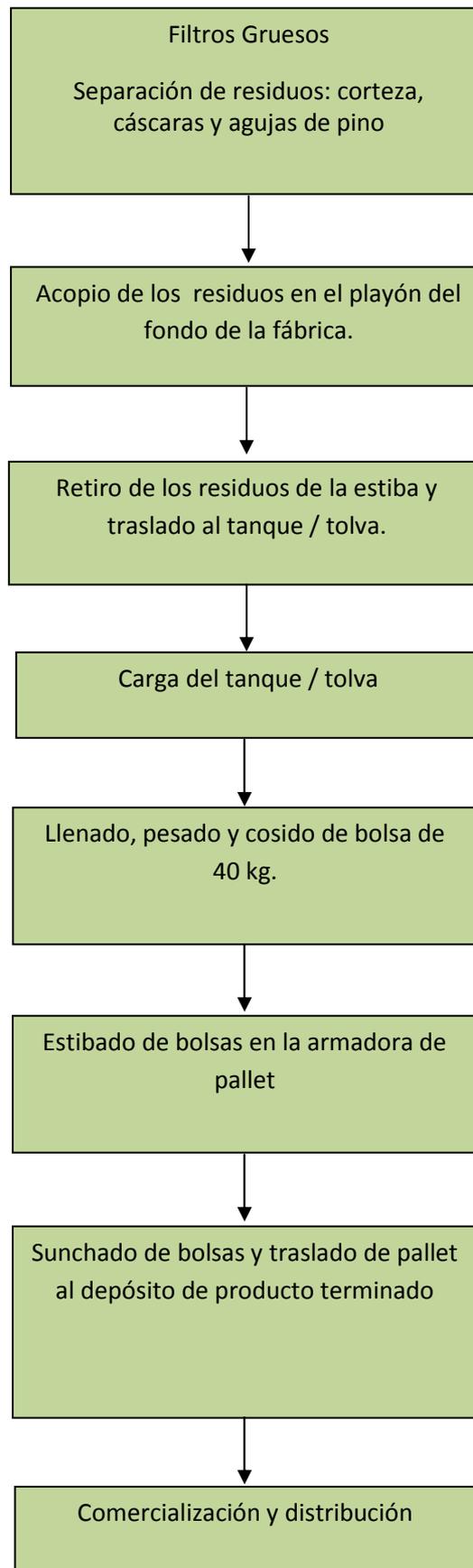
- 2- Disposición de los residuos forestales separados de los filtros gruesos en el playón del fondo de la fábrica. En el playón se le dará el tiempo necesario para que se oreen ya que los residuos salen húmedos de los filtros. Si es necesario se removerán para facilitar la evaporación de la humedad.

En el caso de necesitar protegerlo de la lluvia se los cubrirá con plástico (agropol o similar).



**Instalaciones – Playón para la estiba de los residuos corteza, cáscara y agujas de pino**

- 3-** Una vez secos los residuos forestales, se retiran de la estiba utilizando un autoelevador provisto con pala cargadora.
- 4-** Se carga el tanque / tolva hasta completar su capacidad.
- 5-** Se abre la compuerta de la tolva regulando su apertura según la velocidad de acarreo la cinta transportadora.
- 6-** Se procede a colocar la bolsa de capacidad 50 L. en la boca de descarga de la cinta transportadora, apoyándola sobre la balanza.
- 7-** Se abre lentamente la compuerta de descarga de la tolva de llenado de la bolsa. En esta operación los operarios tienen que estar equipados con mascarilla para polvo, protección ocular, ropa de seguridad, faja lumbar, guantes y calzado de seguridad.
- 8-** Una vez alcanzado el peso de la bolsa se cierra la compuerta, se cose la boca de bolsa por medio de la cosedora manual, se estiba la bolsa en la armadora de pallets colocando un total de 24 bolsas, disponiendo 4 bolsas por piso. Una vez completo el pallets se colocan 2 sunchos de forma transversal para fijar las bolsas al pallet y se vuelve a repetir todo el procedimiento anterior aquí descripto.
- 9-** Luego se trasladan los pallets por medio del autoelevador al depósito de producto terminado colocándolos en los racks.
- 10-** Comercialización y distribución a los clientes. Se ofrecerán bolsas de 50 L. y / o pallets de 24 bolsas.

**Diagrama de flujo del proceso**

### Equipamiento requerido

- Autoelevador.
- Pala cargadora para autoelevador.
- Tolva.
- Cinta transportadora.
- Bolsas de polietileno con logo.
- Maquina cosedora de bolsas.
- Carretel de hilo.
- Balanza.
- Armadora de pallets
- Pallets de madera.
- EPP (Elementos de protección personal).

**Nota:** Solo haría falta adquirir la pala cargadora para autoelevador y una tolva, ya que en fábrica se cuenta en fábrica con el toda la maquinaria, infraestructura, materiales y proveedores para la implementación de este proyecto.



### Inversión – Tiempo de amortización

La estimación general de la inversión para la adquisición del equipamiento faltante para llevar adelante el proyecto propuesto sería:

EQUIPO - INSTALACIÓN	COSTO \$
Pala cargadora para autoelevador	85000
Tolva fija - Capacidad 2 m3	110000
<b>Costo Total</b>	<b>195000</b>

El montaje de los equipos y las modificaciones que haya que realizar en las instalaciones se llevarán a cabo con el personal del área de mantenimiento de la fábrica.

La parte operativa se realizará con el personal de planta reorganizando las actividades actuales logrando una mayor eficiencia minimizando los tiempos muertos.

Los costos del resto del equipamiento necesario para el proyecto, como así también los costos de publicidad del producto y de distribución a los locales de venta, están contemplados en la gestión que ya posee la empresa para la comercialización de los productos que fabrica en la actualidad.

Con respecto a la amortización de la inversión realizada, la misma se hará en un plazo de 7 meses, ya que hoy en día se tiene un costo mensual de \$ 28800 / mes para contar con el servicio de volquetes para disposición final en el vertedero municipal.

### Instalaciones de fábrica





**Epp de uso obligatorio para realizar las tareas****Producto terminado**

## Aplicaciones del Producto



## Conclusiones

La comunidad mundial está muy preocupada por el uso sostenible de los recursos naturales por parte de las generaciones presentes y futuras, y por la calidad del medio ambiente.

Tiende a crearse una ética ambiental; se habla, por ejemplo, cada vez más, de usar sin abusar, los recursos, de no forzarlos, de reutilizarlos, de hacer más con menos. El término «desarrollo sostenible» fue difundido por el informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el desarrollo.

Las dimensiones sociales, económicas y ambientales potencialmente importantes abren nuevas perspectivas para el uso sostenible de los recursos forestales. En lo económico, una metodología para obtener productos de alta demanda a partir de fuentes no tradicionales, constituye un avance importante. En el aspecto ambiental estas transformaciones ofrecen una buena salida para el follaje excesivo que se acumula en los bosques, los grandes volúmenes de recortes, corteza, cáscaras y aserrín que se amontonan en las industrias que trabajan con recursos forestales como un subproducto de la elaboración primaria de la madera.

Al eliminarlos de una forma racional, se contribuye a disminuir los efectos contaminantes relacionados con la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera, así como a reducir los riesgos de incendio y la proliferación de enfermedades.

Desde el punto de vista social, cuando los productores y la población en general hagan uso de estas metodologías y obtengan los productos mencionados, comprenderán que la naturaleza puede aportar al hombre todo lo necesario para su subsistencia, si se le trata de forma correcta, lo cual contribuirá a elevar la formación de valores con relación a la explotación racional de los recursos naturales.

En América Latina los problemas ambientales generados por el uso irracional de los recursos naturales tales como el bosque y la tierra, exigen cada vez más la implementación de estrategias y medidas preventivas y mitigadoras de sus efectos. El cambio climático es uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial, dado sus impactos cada vez más evidentes, de envergadura no solo ambiental, sino social, económica y política.

Por ejemplo al utilizar desechos forestales para la generación de energía eléctrica, para la jardinería se evitará la quema al aire libre, que puede generar problemas de contaminación por emisión de material particulado y gases tóxicos, o la acumulación en basurales para su degradación natural, en donde se produce la generación de metano, cuyo potencial de efecto invernadero es 21 veces superior al del dióxido de carbono.

Los desechos forestales como la corteza y cáscara de pino utilizadas en la jardinería actúan como abono orgánico, ya que con el paso de los meses se degradan, y como consecuencia fertilizarán las plantas ecológicamente.

## Referencias

- 1 – 2004 Cruz Martínez Zócimo - Establecimiento de una planta destiladora de resina de pino en el Estado de Oaxaca.  
<https://departamento-de-productos-forest.webnode.es/recursos/tesis/>
- 2 – 2013 - Proyecto de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales. – Informe de Validación del Ventilador en el Horno tradicional (Honduras)  
<http://www.redladrilleras.net/assets/files/f3fe99a4f1c5aff53625de59d4187f79.pdf>
- 3 – 2006- Utilización de residuos forestales (Internacional)  
<https://www.gestiopolis.com/utilizacion-de-residuos-forestales/>
- 4 – 2019 - Chips de pino - astillas y pellets (Argentina)  
<https://www.solostocks.com.ar/venta-productos/otros-productos-relacionados-con-energia/chips-de-pino-astillas-y-pellets-701235>
- 5 – 2012 - Evaluación de la capacidad de enraizamiento y desarrollo de clones híbridos de Eucalyptus spp en sustratos con compost  
<http://www.facfor.unam.edu.ar/modules/uploads/2017/03/Trabajos-Voluntarios-JOTEFA-2012-1RA.-PARTE.pdf>
- 6 – Secretaria de Ambiente Sustentable de la Provincia de Entre Ríos.  
[www.entrerios.gov.ar/ambiente](http://www.entrerios.gov.ar/ambiente)
- 7 – Corteza de pino para acolchar el suelo del jardín  
<http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/jardin/2013/08/03/217543.php>

**8** – Corteza de pino para chips decorativos para jardinería.

<https://charco.org/abonos/>

**9** – Aserradero del Sur - Corteza de pino

<http://www.aserraderodelsur.com.ar/aserradero-del-sur-en-cordoba-corteza-de-pino-12.html>

**10** – Jardinitis

<https://www.jardinitis.com/marcas/flower>

**11** – Procort Lda.

<http://www.procort.cl/productos.html>

**12** – Planfor Viveros y jardinería

<https://www.planfor.es/compra,corteza-de-pino-maritimo,P005,ES>

**13** – Económico - El Mercurio

<https://www.economicos.cl/productos/vendo-corteza-de-pino-para-jardines-codAAEEGJA.html>