UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

TITULO

"PROPUESTA DE UN PLAN DE ACCIONES PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL ASERRÍN Y LA REHABILITACIÓN AMBIENTAL DEL SECTOR BARRIO DEL CHOFER"

Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título en Ingeniería Ambiental

AUTOR:

Darwin Javier Sucoshañay Villalva

TUTOR:

Dr. C. Raúl Ricardo Fernández Concepción

Puyo, Julio de 2009

AGRADECIMIENTOS

"Para la elaboración del siguiente trabajo existe un sinnúmero de personas a quien debo hacerles llegar un especial agradecimiento, ya que sin la ayuda de cada uno de ellos no se hubiese podido culminar satisfactoriamente el presente trabajo.

Un agradecimiento especial para mi amigo y Tutor, el DrC. Raúl Ricardo Fernández Concepción, quien dedicó largas horas y esfuerzos para la materialización de este trabajo, además de brindarme consejos, apoyo en los momentos difíciles y por la perseverancia y dedicación que mostró para la culminación del mismo.

Le agradezco a mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron desde la iniciación de mis estudios y en los momentos finales, a todos mis amigos por los ánimos que durante la elaboración de este trabajo me hicieron llegar.

Al Aserradero "Virgen del Cisne", por el espacio e información otorgada en los momentos que se solicitó para la realización y culminación del presente trabajo.

En Fin, a todos aquellos que de una forma u otra me han apoyado y estimulado a cumplir con mi primera aspiración profesional".

DEDICATORIA

"Este trabajo está dedicado a mi madre, Sara Uvaldina Villalba Reino, en especial, ya que durante mi vida ha sido mi sostén, guía y amiga. Par sys *largas horas empleadas para brindarme un hogar lleno de felicidad y en especial por otorgarme su mano en los momentos difíciles".*

"A mi hermana, cuñado, sobrinas y amigos, que han sabido acompañarme hasta este Miz momento en que cumplo con una de mis aspiraciones en mi vida profesional".

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Darwin Javier Sucoshañay Villalba declaro que soy el único autor del trabajo de diploma Titulado "Propuesta de un Plan de Acciones para el aprovechamiento integral del Aserrín y la rehabilitación Ambiental del Sector "Barrio del Chofer" y autorizo a la Universidad Estatal Amazónica que puede hacer uso del mismo, para fines educativos, investigativos y consulta.

Darwin JaVieí" Sucoshañay V.
1600442915

RESUMEN

La incorrecta disposición de los residuos que presentan las diferentes industrias en el mundo, ha generado que paulatinamente se incurra en una degradación ambiental y con ello la contaminación de varios ecosistemas. En muchos de los casos estos residuos no son aprovechados adecuadamente, en particular los residuos forestales y especialmente el aserrín, debido fundamentalmente a la insuficiente cultura ambiental y a la falta de programas de inversión para su reutilización. Los volúmenes de Aserrín que se genera en los Aserraderos de la ciudad de Puyo, constituyen un serio problema ambiental debido a que la disposición de los mismos se realiza en los patios de estas industrias. Dado a que no existen programas de reutilización de este mal llamado residuo, los mismos son depositados en las riberas de Esteros y Humedales afectando de esta manera el equilibrio ecológico de los ecosistemas. El Aserradero "Virgen del Cisne", es un ejemplo característico de esta situación problémica. Para la materialización de la investigación se realizó un diagnóstico ambiental dirigido a determinar el deterioro ambiental de la zona estudiada, se hizo una caracterización de los Indicadores de contaminación de agua para el Humedal y para el Estero Citayacu del cual es afluente, a fin de determinar la incidencia del aserrín depositado en esta área sobre los niveles de contaminación de estas corrientes de agua. Se encuestaron moradores de la zona y se estudió la influencia de la altura de las Pilas de aserrín y el tiempo de almacenamiento sobre los riesgos de ocurrencia de incendios foréstales. A partir de los resultados obtenidos, se presenta un Plan de Acciones dirigidas a la minimización de la generación de aserrín residual en la industria, a iá reutilización de estos volúmenes de aserrín como materia prima para otras producciones de alta demanda y a la recuperación ambiental de los recursos naturales y los ecosistemas que han sido afectado por la disposición inadecuada Aserrín en esta instalación fabril.

Palabras Clave: Aserrín - Contaminación - Degradación Ambiental - Programas de Reutilización - Plan de Acciones

ingeniería Ambiental Autor:
Javier Sucoshañay V.

ABSTRACT

*

The inappropriate disposition of waste which is produced by different industries in the world has generated that gradually incur at environmental degradation and polluting some ecosystems. In many cases these residual waste are no reused adequately, particularly forestal! waste, especially sawdust, due to fundamentally the lack of environmental culture and investing programs to reuse. The volume of sawdust which is generated in sawmills from Puyo city constitutes a serious environmental problem due to sawdust is placed on yards of the industries. Because of there are not programs to reuse this wrong named residue, they are deposited to the shorelines of streams and swamps affecting the ecological equilibrium of the ecosystems. The Virgen del Cisne sawmill, is a characteristic example about this problem. To perform the research, it was done an environmental diagnose lead to determínate the impaired environment from studied zone. It was done characterization of water polluting indicators for Humedal and for Citayacu stream, in orden to determine the incidence of sawdust deposited in this área over the levéis of pollution in fiowing water. People from the zone were surveyed and it was studied the influence of highest piles of sawdust and storing *time* about risks of forest fires. Form obtained results, it is presented an Action Plan lead to reduce the generation of sawdust in the industry, the reuse of these sawdust volumes like raw material for high demanding productions and environmental remediation of natural resources and ecosystems that have been affected by inappropriate use of sawdust in this industry.

Key words: Sawdust - Pollution - Environmental Degradation - Reusing programs -Action Plans.

Ingeniería Ambiental **Autor:**
Javier Sucoshañay V.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN ..... 1 -8

CAPÍTULO I (REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA) 9-28

1.1.- Madera..... 10

I.1.1.- Propiedades de la Madera..... 12

I.1.2.- La composición de la madera 14

1.2.- Residuo Forestal 15

1.2.1.- Residuos de la Elaboración de la Madera 16

1.2.2.- Utilización de los residuos forestales..... 17

1.3.- El Aserrín 19

I.4.- Contaminación 20

1.5.- Tipos de Contaminación 21

1.5.1.- Contaminación Atmosférica 21

1.5.2.- Contaminación Hídrica 22

1.5.3.- Contaminación del Suelo 24

1.6- Degradación Ambiental..... 25

I.7.- Tecnologías Limpias como alternativas para el Manejo de Residuos 26

I.7.1.- Tecnología Limpia..... 26

I.7.1.1.- Reducción de Residuos en el origen 27

Í.7.1.2.- Reutilizacíón y reciclaje de los residuos 28

1.7.1.3.- Tratamiento de los residuos..... 28

CAPÍTULO II (MATERIALES Y MÉTODOS)..... 29-38

11.1- Materiales y equipos utilizados 30

II.2 Métodos y Técnicas a emplear: 30

11.2.1 Métodos Teóricos 31

11.2.2 Métodos Empíricos.....32

Caracterización de las Aguasen el área objeto de estudio 33

Análisis del Aserrín depositado en el Patio del Aserradero como potencial riesgo de Incendios 35

Sitios de Muestreo del Aserrín 35

Para determinar la variación de la Humedad con el tiempo de Almacenamiento. 36

Técnica Empleada para Determinar la Humedad de! Aserrín.....37

Determinación de la Humedad y la Temperatura en el Aserrín con mayor tiempo de almacenamiento para definir el potencial peligro de ocurrencia de Incendios.38

11.2.3 Análisis estadístico de los resultados.....38

11.2.4 Otras Técnicas empleadas 38
CAPÍTULO 11) (ANÁLISIS DE RESULTADOS).... 39-66
III.1.- Descripción del área Objeto de Estudio 40
1112 Diagnostico Medio Ambiental en el Aserradero "Virgen del Cisne"..... 42
1.- Mala disposición del Aserrín y otros residuos generados en el Aserradero "Virgen del Cisne"..... 43
2.-Afectaciones a los pobladores ubicados en áreas aledañas al Aserradero....44
3.- Contaminación de fuentes de Agua..... 45
4.- Encharcamiento del agua de lluvia en el patio del Aserradero..... 46
5.- Eliminación de la flora y afectación de los Suelos debido al depósito de Aserrín 47
6.- Posible Potencialidad de ocurrencia de Incendios 51
1113 Análisis de los resultados de la encuesta a Moradores del Sector estudiado... 51
1114 Análisis de los resultados de la caracterización del Aserrín como potencial Riesgo de Incendios 56
1115 Análisis de los resultados de la caracterización de las Aguas en el AOE 59
1116 Plan de Acciones a Impiementar para el aprovechamiento del Aserrín..... 62
CONCLUSIONES..... 67
RECOMENDACIONES 68
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 69-72

INTRODUCCIÓN

La madera es un material de suma importancia en el sector productivo de la región y en especial en La provincia de Pastaza. Las industrias encargadas de su transformación y de la preparación de productos a base de este recurso, han generado durante años un conjunto de residuos como Virutas, Costaneras y fundamentalmente el Aserrín, e! cual por la complejidad de su proceso de descomposición por efectos naturales, está provocando paulatinamente un proceso de contaminación en los diferentes lugares donde se le deposita y sus entornos.

En la ciudad Puyo, la ubicación de los aserraderos es muy compleja ya que los mismos se encuentran dispersos por toda la ciudad, multiplicándose así los impactos ambientales, ya que cada uno de ellos se encuentra cerca a riachuelos, humedales y ríos, lo que ha venido provocando que estos cuerpos de agua se han contaminado con fuertes cargas de materia orgánica poco biodegradable, perjudicando la existencia de la flora y fauna que allí existe pero fundamentalmente comprometiendo la calidad del agua de estas fuentes.

Los efectos que producen las malas prácticas para la disposición de los residuos ha generado que se incurra en afectaciones severas al medio ambiente, y hoy en día es común que muchos de los residuos de las industrias sean dispuestos de manera incorrecta, afectando al aire, agua, suelo y especialmente al hombre y otros seres vivos.

Las zonas de disposición en muchísimos casos para el Aserrín residual, se ubican en sitios cercanos a los aserraderos o en los Patios de estas instalaciones y frecuentemente estos sitios de deposición no cuentan con las condiciones ideales para almacenar toneladas y toneladas de este desecho pues o son zonas bajas y por consiguiente inundables máxime en zonas tan lluviosas como la ciudad Puyo, o están ubicadas en la cercanía a sitios residenciales, o cerca de humedales, lagos o ríos lo que ocasiona que estos residuos de una u otra forma afecten a los pobladores y además contaminen las aguas de estas fuentes de agua, además de constituir un peligro potencial para la ocurrencia de incendios forestales.

Estas disposiciones de residuales reducen el espacio disponible en los centros de elaboración de la madera y con ello la movilidad necesaria para la producción; generan y acumulan polvo en el aire, lo que conlleva otro mal, el de la acumulación de

partículas suspendidas en la atmósfera, lo cual perjudica la salud de los trabajadores y de los habitantes de zonas cercanas a los aserraderos incrementando las afectaciones broncorespiratorias. Este fenómeno puede además afectar la visibilidad de los operarios de equipos en los aserraderos, lo cual puede incidir en la ocurrencia de accidentes de trabajo muy frecuentemente.

El aserrín acumulado en el bosque o en los aserraderos constituye un foco para la propagación de Vectores (Moscas, Ratones, Cucarachas) los cuales constituyen un medio ideal para la propagación de plagas y enfermedades, así como sirven de medio para el crecimiento de hongos (especialmente de los géneros Fomes, Schyzophylum y Polyporus, entre otros) que provocan la podredumbre de árboles moribundos o muertos con un contenido de humedad relativamente alto.

Sin embargo desde el punto de vista industrial, el aserrín constituye una Materia Prima mal utilizada, pues de él pueden elaborarse una amplia gama de productos a partir de la reutilización o el reciclado de este material los que incidirán positivamente en la gestión financiera y medioambiental del sector productor. Entre los múltiples usos que del aserrín se pueden tener se cuentan:

- Fabricación de Tableros
- Fabricación de Briquetas combustibles
- Producción de alimento animal
- Producción de elementos de Pared para las construcciones, entre otros.

El aserrín como principal residuo de la industria maderera, en el mundo, es un serio problema ambiental ya que su tratamiento o reutilización en muchos países., fundamentalmente tercermundistas, no es práctica común y la disposición se le realiza en los patios de los aserraderos o se depositan directamente en los cuerpos de agua. A medida que la disposición de este residuo aumenta, la situación medio ambiental de las ciudades se agrava y con ello los problemas para los gobiernos locales.

Fernández, (1996), manifiesta que "La degradación ambiental puede ser definida como el conjunto de procesos que deterioran o impiden la utilización de un determinado recurso (el agua, el suelo fértil, el paisaje) por parte de la Humanidad. De esta forma los procesos de degradación ambiental son entendidos como procesos socio-

económicos en tanto que imposibilitan la adecuada utilización de un recurso determinado.

Cualquier acción encaminada a evitar o aminorar los procesos de degradación ambiental (erosión, incendios forestales, sequía, etc.) requiere, como primer requisito, e! conocimiento de la realidad del territorio tanto en el momento actual como en el pasado más o menos reciente. Este conocimiento da la posibilidad de describir dichos procesos y, por tanto, de evaluar sus posibles consecuencias, poder prever su evolución y, como resultado, adoptar medidas eficaces que aminoren sus efectos negativos. Los procesos de degradación son muy variados tanto en su tipología como en la superficie que abarcan."

En relación *a)* manejo de residuos existen tres grandes alternativas de gestión ambiental para la industria, habiéndose demostrado en la práctica, que hay una clara jerarquizacion respecto del orden en que éstas deben aplicarse, de acuerdo a sus ventajas y desventajas.

En orden de conveniencia, es posible distinguir las siguientes alternativas:

- Reducción de Residuos en el Origen, que involucra cambios en los productos y cambios en los procesos productivos (sustitución de materias primas e insumos, cambios tecnológicos y la aplicación de buenas prácticas en la gestión de operaciones).
- Reciclaje (reuso de materiales o residuos).
- Tecnología de Control, que se aplica al final del proceso («end of pipe») y que comprende el tratamiento de los residuos y su disposición final.

Mediante una propuesta para la implementación de Buenas Prácticas Productivas, se busca reducir en primera instancia la generación de aserrín en el Aserradero objeto de estudio, y se pretende que se dé un uso adecuado al aserrín residual como otra fuente de ingresos, además de con ello reducir los volúmenes del mismo como contaminante.

Generalmente el suelo es el lugar en donde se depositan la mayoría de los residuales de las industrias y otros generados por la actividad humana. La mayoría de estos residuos son asimilados rápidamente por el suelo e inmediatamente ocurren los procesos degradatívos. Años atrás la capacidad del suelo para degradar los residuos era mayor en comparación a los momentos actuales, dada la menor cantidad de

desechos que eran vertidos. Las prácticas de agricultura intensiva, la necesidad de producir mayor cantidad de alimentos por el rápido crecimiento de la población mundial y la diversificación de producciones que tienen como materia prima productos agropecuarios, han llevado a un exagerado incremento del uso de fertilizantes, pesticidas y fungicidas en detrimento de una agricultura orgánica. Estos niveles de sobreexplotación y el uso excesivo de productos químicos, han mermado sensiblemente el poder de autodepuración de los suelos, por lo que fenómenos como la erosión de los mismos, la pérdida de fertilidad y la desertificación ya no son elementos aislados, si no que se han convertido en un peligro potencial para la vida en el Planeta Tierra. Una práctica mal utilizada en muchos países agrícolas lo constituye el uso directo del Aserrín como abono para la agricultura fundamentalmente en el fomento de Huertos y Organopónicos, ya que al no constituir el Aserrín un elemento biodegradable en su totalidad, la deposición de *a ce\u\osa y* hemicelulosa en los suelos inciden directamente en la pérdida de materia orgánica y por consiguiente en la baja fertilidad de estos suelos llegando en casos extremos a incidir directamente en fenómenos de desertificación localizada (Monroy y Días-Barriga, 2002).

La contaminación que se genera en el suelo afecta en gran medida a la flora y fauna, donde sean vertidos los residuos, provocando pérdida total o parcial, además causando la degradación del paisaje y la pérdida del valor del suelo lo que deriva en restricciones en su uso.

La contaminación del agua es un problema local, regional y mundial y está relacionado además con la contaminación del aire y del suelo. El crecimiento demográfico, la industrialización y la concentración urbana, constituyen una potencial amenaza para el hombre contemporáneo, a partir del deterioro que estos fenómenos provocan *ai* medio ambiente.

Ruiz, (2008), manifiesta que "la contaminación del agua es la incorporación a este medio de materias extrañas como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad de! agua y la hacen inútil para los usos pretendidos generando problemas de salud y pobreza en el mundo". Los seres humanos pueden afectar claramente la productividad del recurso de agua, reduciendo la disponibilidad y la calidad de agua por las acciones contaminantes, entre ellas la incorrecta disposición de los residuos producidos por las industrias, uso de la tierra cambiante (la forestación, la deforestación, la urbanización)

que altera los regímenes de flujo dentro del agua de la superficie los sistemas. (Agarwal, era/., 1996).

Los residuos forestales, sobre todo el aserrín, son altamente contaminantes para el medio ambiente. No son pocos los expertos y las instituciones a nivel global y local, incluido la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)) que de un tiempo a la fecha vienen advirtiendo sobre el impacto del aserrín como agente contaminante del suelo y del agua.

Según Kalincha, (1978), citado por Álvarez, ef *al.,* (2000), "La generación media de residuos en la elaboración de madera aserrada, para las coniferas, 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)". 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.

La solución de los problemas ambientales debe ser buscada a través de la aplicación secuencial de las alternativas señaladas anteriormente, en el mismo orden descrito. Las dos primeras alternativas: ***eliminarlos residuos en sus orígenes y reutilizar ¡os mismos como materia prima para otras producciones;*** pueden generar importantes beneficios para la industria, que se traducen en una mayor productividad y competitividad. En cambio, el tratamiento y disposición final de los residuos sólo involucra costos.

La aplicación de medidas de producción limpia, ayuda a que las empresas obtengan beneficios **que se** proyectan hacia la relación empresa-comunidad, empresa-trabajadores y hacia el cumplimiento de los requisitos ambientales. Por otra parte, para aquellos empresarios que desean incrementar sus exportaciones u optar por mejores mercados, la gestión productiva permite encontrar mayores y mejores oportunidades de negocios (Rodríguez, 2007).

Lo anteriormente señalado conduce a la formulación del siguiente Problema científico: **Problema científico:**

No se aprovecha industrialmente el Aserrín en la ciudad de Puyo, lo cual impacta negativamente en la sub-cuenca del río Puyo.

Objeto de estudio:

El Aserrín generado en ía sub-cuenca del río Puyo.

Campo de Acción:

Buenas Prácticas Productivas, Reforestación, Educación Ambiental **Objetivo General:**

Formular un plan de acciones para el aprovechamiento del Aserrín generado en la sub-cuenca del rio Puyo, mediante la aplicación de Tecnologías Limpias.

Objetivos específicos:

- Estudiar los efectos nocivos para el Medio Ambiente de las acumulaciones de Aserrín, así como los usos del mismo desde el punto de vista industrial.
- Determinar cantidades y volúmenes de Aserrín producidos en el sector de estudio.
- Proponer Plan de acciones encaminados al aprovechamiento industrial del Aserrín.

Hipótesis:

Si se implementan tecnologías que permitan reutilizar o reciclar los volúmenes de Aserrín que se generan en la ciudad de Puyo, esto permitirá disminuir los niveles de contaminación que estos residuos provocan en la sub-cuenca del río Puyo, así como se incrementará la gestión financiera de las Empresas involucradas a partir de la fabricación y comercialización de nuevos productos a partir del Aserrín.

Aportes de la Tesis

- **Aportes medioambientales:** Los resultados de la presente Tesis permitirán a través del aprovechamiento industrial de los volúmenes de Aserrín existentes y los que se producirán regularmente como subproducto del aserrado de la madera, disminuir la carga ambiental que este residuo genera y que afecta directamente al río Puyo y su red de Afluentes, así como disminuir las afectaciones de la salud que los mismos provocan en los asentamientos poblaciones cercanos a su lugar de generación y depósito.

- **Aporte Práctico:** Las tecnologías propuestas para producir diferentes productos a partir del Aserrín como Materia Prima podrán ser introducidas en cualquier lugar donde exista este material depositado y donde se cuenten con las facilidades económicas para materializar este Proyecto de Inversión.

- **Aportes económicos:** La producción de otros productos a partir del Aserrín permitirán mejorar de forma significativa la situación financiera de las Empresas que implementen esta Inversión.

Estructura de la Tesis:

La presente Tesis cuenta de tres capítulos:

Capítulo 1: En este capítulo se presenta una revisión bibliográfica sobre las temáticas de La Madera, Residuos Forestales y su utilización, Aserrín, Contaminación, Degradación Ambiental, Uso de Tecnologías Limpias, y otros aspectos conceptuales relacionados con el tema objeto de estudio.

***Capítulo** 2:* Aquí se presentan los Métodos y Técnicas utilizados para buscar la información ya existente sobre el tema, así como para medir y procesar las variables fijadas en la investigación con vistas al establecimiento de una Estrategia que dé respuesta al problema científico planteado.

***Capítulo** 3:* En este capítulo se realiza una caracterización del área objeto de estudio, se presentan y analizan los resultados del Diagnóstico medioambiental de la zona estudiada y se procesan y discuten los resultados de la caracterización del aserrín depositado en el patio del aserradero y de las fuentes de agua del entorno, obtenidos en los sitios de muestreo seleccionados, así como los resultados del Cuestionario aplicado a los moradores del entorno del Aserradero "Virgen del Cisne", a partir de la aplicación de los métodos estadísticos adecuados, buscando demostrar la hipótesis formulada en la investigación.

Posteriormente se presentan las Conclusiones y Recomendaciones a las cuales se arriban a partir de los resultados obtenidos, así como las referencias bibliográficas y los Anexos donde se presentan los resultados del Diagnóstico medioambiental y las Acciones científico - tecnológicas propuestas para mitigar los impactos negativos provocados en el área objeto de estudio.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En el Capítulo se presenta una panorámica de la madera como recurso de alta demanda en el Ecuador así como del residuo principal de su industria primaria que es el Aserrín, como contaminante y como materia prima de amplias posibilidades que se pierden al no ser aprovechado. Además se describe la situación ambiental a nivel mundial, presentándose los conceptos de Degradación y de Contaminación Ambiental tanto para el agua, el suelo y la atmósfera; como se manifiestan en la actualidad y las repercusiones que tienen en los momentos actuales. Finalmente se aborda la importancia de la implementación de Tecnologías para Producciones más Limpias para los residuos industriales, como materia prima de otras producciones de alta demanda.

I.1.- Madera

En el libro "Técnico en Forestación", (2003), se manifiesta que "la madera es el producto forestal más difundido y utilizado, de su explotación comercial se obtienen un completo abanico de elementos, ya sea como materia prima o productos accesorios que satisfagan distintas necesidades".

La madera es un material ortotrópico encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. Los árboles se caracterizan por tener troncos que crecen cada año y que están compuestos por fibras de celulosa unidas con lignina. Las plantas que no producen madera son conocidas como herbáceas.

Como la madera la produce y utilizan las plantas con fines estructurales es un material muy resistente y gracias a esta característica y a su abundancia natural es utilizada ampliamente por los humanos desde tiempos muy remotos.

Una vez cortada y seca, la madera se utiliza para muy diferentes aplicaciones. Una de ellas es la fabricación de pulpa o pasta, materia prima para hacer papel. Artistas y carpinteros tallan y unen trozos de madera con herramientas especiales, para fines prácticos o artísticos. La madera es también un material de construcción muy importante desde los comienzos de las construcciones humanas y continúa siéndolo hoy.

En la actualidad y desde principios de la revolución industrial muchos de los usos de la madera han sido cubiertos por metales o plásticos, sin embargo es un material apreciado por su belleza y porque puede reunir características que difícilmente se conjuntan en materiales artificiales (Fundación Wikipedia, 2008).

La madera es un producto vegetal compuesto principalmente por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno y otros en menores cantidades. Antiguamente la madera era el material usado para la estructura de las edificaciones, posteriormente, con la llegada del acero y del hormigón, dejó de usarse en la estructura y pasó a los acabados y carpinterías. Actualmente con la aparición de la madera laminada, que posee muy buenas características resistentes a esfuerzos físicos y al fuego, se está retornando al uso de la madera como elemento estructural, aunque, por su elevado costo, esto sólo se está utilizando de momento en ciertas edificaciones representativas, como son los centros comerciales.

Valdez, (2008), plantea, que la madera según su origen se clasifica en:

- **Madera Natural:** sin tratamiento, salvo los propios para darle forma y de protección contra los insectos.

- **Madera Tratada:**
  - v Contrachapado: Está formado por hojas de madera pegadas entre sí. El tablero laminado consta de dos contrachapados paralelos y un alma formada por listones encolados a ambos contrachapados.
  - •s Madera laminada: Igual que la contrachapada pero con todas las capas de madera en la misma dirección.
  - ■/ Madera comprimida: Madera sometida a una fuerte compresión en sentido perpendicular a sus fibras, aumentando su densidad aparente.
  - Madera aglomerada o reconstituida.- Fabricada con fibras de madera, aglutinada con una resina y prensada. Se presenta en forma de tableros y chapas.
  - Madera mineralizada.- Se fabrica a base de viruta de madera y un aglomerante que suele ser cemento. Posteriormente se comprime la mezcla y se deja fraguar y endurecer. Es un producto con buen aislamiento y muy resistente al fuego.

  Maderas con tratamientos especiales:

- Metalizada: Se obtiene por inmersión de madera seca en un baño de metal fundido (plomo o estaño).

  Baquelizada: Se obtiene inyectando baquelita a maderas previamente preparadas.

  Plástica: Se obtienen impregnando la madera en una disolución de urea sintética a 100° C. Se puede trabajar en caliente dándole curvas y formas, las cuales mantiene una vez enfriada.

Según su estructura anatómica la madera se clasifica en:

- Coniferas o resinosas: diferentes tipos de pino.
- Frondosas: roble, haya, olmo, chopo, nogal, etc.
- Exóticas: ébano, okume, ukola, caoba y balsa.

Según sus dimensiones comerciales o escuadría la madera se clasifica como:

- Madero: pieza de gran escuadría, cortada al hilo y sección cuadrada o rectangular.
- Tablón: pieza escuadrada rectángularmente de 5 a10 cm de canto.
- Tabla: pieza de poco espesor 2 a 5 cm y gran anchura (10/20 cm)
- Tablilla, ripia o tata: de 1 a 2 cm de canto y poca calidad.
- Hoja: con espesor inferior a 1 cm.
- Listón: tabla de poca anchura.
- Costero: una cara es *plana* y *la* otra *tiene ia* curvatura del tronco.

I.i.i.- Propiedades de la Madera

La madera cuenta con diversas propiedades que las hacen muy importantes y beneficiosas para la construcción, de ello depende el costo y los diferentes usos que la industria productiva les confiere.

Hoy los países en desarrollo consumen más madera y productos derivados de la misma como la leña y el carbón como fuentes de energía que los países del primer mundo. Un 80 % de la madera que se tala es usada para estos fines, el 20 % restante se destina para usos industriales.

Autores citados por Valero, ef *al.,* (2002), manifiestan que las propiedades físicas y mecánicas varían de una especie a otra, incluso en una misma especie pueden existir diferencias entre árboles diferentes o piezas de un mismo árbol. Además indican que

las propiedades físicas y mecánicas están determinadas por tres características fundamentales.

1.- La proporción de los espacios vacíos que puede estimarse midiendo \a densidad. 2.- La organización de la estructura celular que influye sobre la microestructura de las paredes celulares y sobre la variedad y proporción de los diferentes tipos de células. 3.- El contenido de humedad.

Las propiedades de la madera más apreciables para su utilización industrial son las siguientes:

Color- La propiedad más llamativa de la madera es indudablemente su color. La diferencia de color que observamos entre la albura y el duramen se desarrolla cuando el tejido localizado hacia el centro del tronco deja de transportar agua y sus conductos se llenan de sustancias que, además de impartir color, aumentan la densidad, la fortaleza y la resistencia al ataque de los insectos.

Peso- El peso de la madera depende de varios factores:

- ***Humedad.-*** La madera recién aserrada pesa más que la que ha tenido tiempo para secar.
- *Resina.-* La madera que contiene resina pesa más que la que no contiene este compuesto.
- ***Edad del árbol.-*** E! duramen de los árboles maduros es más denso y pesado que el de los árboles jóvenes.
- ***Velocidad de crecimiento.-*** La madera del árbol que crece lentamente es más densa y pesada que la del árbol que crece rápido.
- ***Presencia de albura.-*** La albura es más liviana que el duramen, y por lo tanto una muestra con albura pesará menos que la misma muestra compuesta sólo de duramen.
- ***Densidad.-*** Mientras más compacta es la madera, es decir mientras menos espacio hay dentro de y entre los vasos o fibras que forman la madera, más tejido leñoso y menos aire tendrá la muestra seca.

Estabilidad- la madera recién aserrada pierde agua hasta alcanzar un equilibrio con el medio ambiente. El secado al aire puede durar semanas o meses, dependiendo de la densidad de la madera, el grosor de las piezas, la humedad relativa del aire y la

velocidad del aire que circula alrededor de las tablas. Las maderas más estables, como la caoba y la teca, se contraen poco durante el secado y mantienen su forma, mientras que las menos estables, como la maría y el mamey, se contraen más y sufren desperfectos tales como arco, copa, curva, torsión y rajaduras.

Olor- Algunas maderas producen un olor característico al cortarse. El aroma puede ser efímero, como el olor a rosas de la maga, o muy duradero, como el olor a coco del aceitillo. El olor puede ser más o menos intenso dependiendo de la localidad donde creció el árbol. Al igual que el color, el aroma de la madera se debe a compuestos químicos almacenados principalmente en el duramen.

Resistencia a la polilla- La resistencia a la polilla también se debe a la presencia de compuestos químicos almacenados principalmente en el duramen. La albura de casi todas las maderas es susceptible en mayor o menor grado a los insectos barrenadores y a la polilla, mientras que el duramen varía desde muy susceptible hasta inmune.

1.1.2.- La composición de la madera

Merino, (2007), plantea que en lo referente a la composición de la madera, al igual que cualquier sustancia de origen natural orgánico están formadas por Carbono (50%), Oxígeno (42%), Hidrógeno (6%) y Nitrógeno (0,2%), además de otros elementos inorgánicos como Fósforo, Sodio y Calcio.

En cuanto a los componentes moleculares tenemos:

Celulosa

Este elemento corresponde el 50% de la madera. Es un hidrato de Carbono que se descompone rápidamente con la humedad, pero es inalterable en el ambiente seco.

Lignina

Este elemento corresponde el 20% de la madera. No se conoce con exactitud su composición química, pero es la sustancia que actúa como cementante, endureciendo la madera.

Hemicelulosa

Este elemento corresponde el 20% de la madera. Es la responsable de la unión fibrosa en la madera, sin influir en la dureza ni en las propiedades mecánicas, son fácilmente atacables por los hongos.

1.2.- Residuo Forestal

Velasquez, (2006), define al ***"residuo forestal,*** como aquellos materiales que se desprenden en los aprovechamientos madereros y no son extraídos habitualmente por no ser convertibles en subproductos pero que pueden ser utilizados como combustible orgánico.

Los residuos generados directamente en aprovechamientos madereros pueden tener su origen en actividades diversas: claras y cláreos, podas, selección de rebrotes etc. Actualmente la mayor parte de los residuos forestales procede de cortas finales. En estos casos este material está compuesto por ramas, despuntes, hojas y acículas. Los tratamientos más comunes de esta biomasa residual son la quema controlada o el amontonamiento del material en el monte. En raras ocasiones se trituran o astillan abandonándose en el monte para favorecer la rápida incorporación al suelo.

Además se denomina *biomasa,* a la materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía aunque puede tener otros usos industriales. Siendo la ***biomasa forestal*** aquella que es generada en los montes".

Lesme ef a/., (2006), manifiestan que los residuos forestales obtenidos en el proceso industrial de la madera pueden ser clasificados en dos tipos: subproductos de las actividades de silvicultura y residuos del procesamiento de la madera, estos últimos, por estar concentrados en un lugar determinado su utilización resulta más factible y menos costosa.

La elaboración de la madera incluye: aserrado, descortezado y despulpe, en estos procesos se producen determinados desechos o subproductos como son: ***aserrín y pedazos de madera de pequeñas dimensiones*** (astillas, virutas, costaneras).

Según Miñoso, (2005), "Los combustibles de la madera comprenden toda la biomasa leñosa (troncos, ramas, estaquillas, etc.), aserrín y otros residuos de las actividades de la tala y procesamiento, así como el carbón y otros combustibles derivados en dependencia del proceso de conversión. Las fuentes primarias de combustibles de Ja madera son los bosques y otras tierras no boscosas.

A pesar de que estos combustibles son a menudo considerados «no comerciables», se comercializan ampliamente y constituyen la fuente principal de ingresos de muchas personas, en áreas rurales y urbanas.

Este tipo de energía es usado por familias, industrias, instituciones y empresas comerciaüzadoras, fundamentalmente en áreas rurales, pero también en las urbanas. Con el aumento de la población rural y las bajas probabilidades de grandes cambios por otras fuentes energéticas, el consumo de los combustibles de la madera continuará aumentando.

Los efectos de su uso pueden ser positivos o negativos, a pesar de que son más amistosos con el ambiente y de mayor factibilidad económica cuando lo comparamos con otros combustibles convencionales.

Con relación a las políticas, muchas personas consideran los combustibles de la madera como tradicionales y fuera de moda, pero de hecho su consumo aumenta y están siendo usados para aplicaciones tradicionales y modernas. Por esto la energía de la **madera** debe ser incluida en la energía nacional y en las políticas forestales, lo cual está siendo instrumentado en muchos países.

En los países en desarrollo los combustibles de la madera son una fuente de energía muy importante y vital para la estabilidad nutricional de las familias pobres en zonas rurales.

I.2.1.- Residuos de la Elaboración de la Madera

La FAO, (2000) citado por Ramírez, (2006), ha definido según sus usos a los residuos de la madera de la siguiente forma:

"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 coniferas, es de alrededor del 30 por ciento de la biomasa del tronco utilizado, lo que incluye aserrín de un 5 a un 8 por ciento y corteza del 10 al 14 por ciento, siendo el 8% resultante lo que comúnmente se llama costanera. La acumulación de los residuos en los aserraderos puede llegar a obstaculizar el desarrollo del proceso productivo, por *io* 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, se incineran indiscriminadamente o permanecen por mucho tiempo almacenados en patios o zonas aledañas a los aserraderos. Esto genera problemas serios a las poblaciones cercanas ya que por acciones del viento las partículas son transportadas provocando afectaciones broncorespiratorias, además se facilita el crecimiento de vectores transmisores de enfermedades (moscas, cucarachas, ratones, etc) y el peligro de ocurrencia de incendios con las nefastas consecuencias que esto puede ocasionar. Además todo esto significa un derroche de materia prima utilizable para otros procesos productivos.

1.2.2.- Utilización de los residuos forestales

Ramírez, (2006), plantea que en diferentes países se vienen realizando investigaciones sobre los métodos para transformar el follaje y los residuos de la industria maderera en productos como piensos animales, fertilizantes, productos cosméticos, y farmacéuticos, entre otros.

En algunos países fundamentalmente los tercermundistas, la eliminación de los residuos de la industria forestal, en especial follaje y residuos madereros, constituye un serio problema tanto para la salud humana como para el medio en general. Este material, mal llamado residuo, sin embargo es muy susceptible de ser utilizado de una forma ecológica y económica en la producción de energía y de innumerables

productos de alta demanda social con un sensible impacto económico y medioambiental.

Sobre el aprovechamiento de los residuos madereros existe mucha información *acerca* de su uso para generar energía alternativa, por ejemplo en la producción de combustibles renovables como etanol y éter butílico terciario entre otros, así como sobre su transformación en productos de alto valor para otros varios sectores como las industrias farmacéutica, química y cosmética, así como el sector agroindustrial donde estos residuos son ampliamente utilizados como combustible para Calderas y Hornos.

Dentro de los variados usos que de los residuos forestales se hace en el mundo se cuentan entre otros:

- Como combustible para Hornos y otros equipos de generación.
- Fabricación de bloques de aserrín para la construcción.
- Producción de Harinas forrajeras.
- Construcción de Tableros.
- Construcción de materiales ignífugos.

La multiplicación de los usos de los residuos forestales y el desarrollo de nuevas tecnologías destinadas a estos fines conducirá a muchos países a planificar cuántas hectáreas a largo plazo 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.

En el Centro de Estudios Forestales de la Universidad de Pinar del Río se ha obtenido un suplemento alimenticio que se denominó ***Masa sacarificada de aserrín de pino,*** que es en sí celulignina enriquecida con azúcares de fácil asimilación. Está comprobada su utilización como suplemento en la dieta de aves. Las cualidades alimenticias de este producto se enriquecieron a través del 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 (Álvarez, 1999).

Álvarez, (1999) y Ramírez, (2006), manifiestan que en Cuba se han realizado diversos trabajos encaminados a demostrar la efectividad de los residuos forestales con fines agrícolas. Las principales industrias que en este país utilizan residuos madereros lo son la industria Químico-Forestal y *la* de tableros. La industria químico-forestal *utH\za* como materia prima astillas y aserrín para producir alcohol, levadura forrajera, furfural (un disolvente que es también precursor del alcohol furfuril, muy utilizado en la industria metalúrgica) y, más recientemente, suplementos alimenticios carbohidratados, minerales y/o proteicos para animales.

I.3.- El Aserrín

Varios autores citados por Álvarez ef *ai,* (2000) manifiestan que "el aserrín es el resultado de Jos desechos de la industria de la elaboración primaria de la madera. En el mundo se desarrollan cada día nuevas tecnologías para dar un uso racional a estos residuos, que además contribuyen con su acumulación a la contaminación del entorno.

El aserrín está compuesto de lignina y celulosa principalmente. 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, Schyzophylum y Polyporus, entre otros) que provocan la podredumbre de árboles moribundos o muertos con un contenido de humedad relativamente alto.

La acumulación de aserrín puede tener además efectos ambientales negativos:

- El sol y las altas temperaturas pueden provocar una pirólisis de baja temperatura en grandes montones de aserrín, haciendo que se emitan gases contaminantes. La combustión eleva también la temperatura ambiente, contribuyendo al incremento del efecto invernadero y constituyendo un foco potencial para la ocurrencia de incendios.

- Los residuos pueden ser un medio ideal para la propagación de plagas y enfermedades.

- Las grandes acumulaciones de aserrín son un criadero de Vectores trasmisores de Plagas y enfermedades.

- Las partículas de aserrín arrastradas por el viento incrementan las afecciones broncorespiratorias en comunidades cercanas así como provocan otras molestias a los moradores de estas.

- Contaminación de los suelos con merma de su productividad.

- Pérdida de biodiversidad.

- Contaminación de embalses y corrientes de agua, entre otros.

La cuestión del uso de los desechos madereros es muy compleja, sobre todo en los países en desarrollo, pues depende de consideraciones económicas y de los medios de transporte disponibles. Los usos tradicionales que se han dado a los residuos pueden resumirse en combustible, elemento de aseo para pisos industriales, en granjas avícolas como cama para aves y otros animales de cría y para diferentes productos artesanales o industriales".

I.4.- Contaminación

Todo cambio significativo en la composición o condiciones normales de un medio, constituye una forma de contaminación. Tales cambios afectan al recurso en sí o a su uso para un fin determinado, y los agentes que lo provocan pueden ser:

- Químicos
- Físicos
- Biológicos

El ambiente está sometido diariamente a la asimilación de grandes cantidades de contaminantes que generan las industrias del mundo, por lo cual suelo, agua, aire y hombre se encuentran expuestos a los efectos nocivos que esto genera. Esta situación se incrementa pues no siempre se implementan tratamientos para dichos residuos por lo que los mismos se disponen sin tratar al medio siendo los efectos cada vez más graves e irreversibles. (Vilches y Gil, 2003; Vargas, 2005; Fernández, 2008)

En concordancia con lo anteriormente citado, el autor considera que a la Contaminación se le puede denominar como todo cambio indeseable en algunas

características del ambiente las cuales pueden afectar negativamente a todos los seres vivos. Estos cambios se generan en forma natural o por acción del ser humano y muchos ecosistemas tardan en adaptarse a estos cambios y otros no tienen los mecanismos suficientes para auto regenerarse y sencillamente desaparecen.

Tal amplitud de factores y de efectos, involucran agentes de diferente naturaleza y acciones continuas y discontinuas, que pueden producirse espontáneamente o ser provocadas, muchas veces por la actividad del hombre en su búsqueda de recursos a consumir, asociadas con la transformación de materias primas naturales a través de procesos industriales y la acumulación de una cantidad de residuos considerable.

Otro concepto manifiesta que "La **contaminación** es cualquier forma de alteración del aire, el agua, el suelo o el paisaje, producida por la inclusión o deposición de elementos ajenos al medio ambiente o por concentraciones diferentes a las que se encuentran naturalmente en él. Los elementos contaminantes provienen de ciertas actividades propias de la vida moderna del ser humano; entre ellos, los productos químicos, la basura, el ruido y el smog". (Manzur, 2000; Terram Publicaciones, 2000)

I.5.- Tipos de Contaminación

A partir de los medios que son afectados la contaminación se clasifica en:

- Contaminación Atmosférica
- Contaminación Hídrica
- Contaminación al Suelo

1.5.1.- Contaminación Atmosférica

De la Maza *et al.,* (1998); Medellín, (2002); Hernández *et al.,* (2000) y Vallejo *et al.,* (2003); manifiestan que la contaminación atmosférica hace referencia a la alteración de la atmósfera terrestre susceptible de causar Impacto ambiental por la adición de gases, o partículas sólidas o líquidas en suspensión en proporciones distintas **a** las naturales que pueden poner en peligro la salud del hombre y la salud y bienestar de las plantas y animales, atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

Para el tema de esta tesis el aserrín es una fuente significativa de contaminación atmosférica por partículas, teniendo sus principales efectos en el deterioro ambiental

de las propias instalaciones fabriles donde se produce. La industria de la madera genera gran cantidad de polvo y partículas pequeñas en suspensión, fenómeno este que se asocia con la aparición de enfermedades broncorespiratorias en las comunidades cercanas a estas industrias y con la contaminación de las corrientes de agua cercanas y del suelo.

Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y de azufre, entre otros contaminantes.

I.5.2.- Contaminación Hídrica

"Los ríos, lagos y mares han sido a través de los años, *un* vertedero casi natural los residuales producidos por la actividad humana. El ciclo natural de! agua tiene una gran capacidad de autopurificación, pero esta propiedad de regeneración de su calidad merma y prácticamente se pierde a partir que los espejos de agua se conviertan en el vertedero habitual en el que se arrojan los residuos producidos por la actividad humana e industrial" (Cámara de Construcción de Quito, 2008).

En las industrias madereras de la ciudad de Puyo generalmente los residuos se depositan cerca de los ríos generando con esto que con los efectos del viento y las precipitaciones se incorporen a los ríos.

Gallé, (2002), plantea que tanto los residuos productivos como los no productivos pueden ser inocuos o nocivos con relación a cual sea su impacto en el medio ambiente, siendo considerado un residuo peligroso (contaminante) aquél que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el agua, ei suelo o el ambiente en general.

1.5.2-1.- **Alteraciones que puede sufrir el Agua**

El agua puede sufrir de forma natural o de forma provocada distintos tipos de alteraciones. En la tabla 1.1, se muestran los diversos tipos de alteraciones químicas que puede sufrir el agua:

Tabla 1.1.- Alteraciones químicas del agua	
Alteraciones químicas	**Contaminación que indica**
PH	Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el $C0_2$ disueíto desde la atmósfera 0 proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato calcico.
Oxígeno disuelto OD	Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.
Materia orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno ($DB0_5$)	DBO5 es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta.
Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y eí resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.
Nitrógeno tota!	Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización.
Compuestos orgánicos	Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos 0 de procesos industriales (automóviles, lubricantes, aserraderos, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos.

Fuente: http://wvvw.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htnri

Cuando cualquiera de los indicadores o elementos presentes en el agua, sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por Organismos internacionales como la Organización Mundial para la Salud (OMS), la Organización Panamericana para la Salud (OPS), el CODEX Alimentarios o fas Legislaciones vigentes en cada País, esto inhabilita su uso para determinados fines, siendo los niveles más exigentes cuando se destina esta agua al consumo humano. A medida que estos parámetros se deterioran, mayor resulta et grado de contaminación del agua, aunque se debe tener en cuenta que existen parámetros o indicadores con los cuales los niveles de exigencia sanitaria son extremadamente severos como es el caso de la presencia de Coliformes, de metales pesados y de otro tipo de sustancias tóxicas en el agua, los cuales una vez por encima de los límites permisibles llegan a hacerla inutilizable totalmente.

1.5.3.- **Contaminación del Suelo**

Se considera como degradación del suelo a toda modificación que conduzca al deterioro del suelo. La degradación es el proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir, cuantitativa y cualitativamente, bienes y servicios. La degradación del suelo es m ayo rita ri a mente la consecuencia directa de su utilización por el hombre. Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercutan negativamente en su comportamiento (Cardona, 2008).

La disposición que se hace en los alrededores de las industrias madereras de sus residuos provoca serios impactos negativos al suelo, dado que el tiempo de permanencia de este residuo en muchos casos es en períodos prolongados, afectando a toda especie que allí se encuentra. Lulo y Herrera, (1996), plantean que la resistencia del aserrín a la descomposición natural se debe a la presencia de lignina, hemicelulosa y celulosa. En relación a la contaminación, la estabilidad del aserrín crea serios problemas por las dificultades de eliminarlo.

Martina ef *al.,* (2005), manifiestan que: en los aserraderos y carpinterías se acumulan grandes cantidades de aserrín y virutas. Estos desechos, normalmente se tiran, entierran, o se amontonan en verdaderas parvas. A veces también es quemado, provocando humo y generando contaminación del aire y el suelo. También acarrea el peligro de incendios en aserraderos, que lamentablemente ya se han producido en algunos lugares del mundo.

I.6.- Degradación Ambiental

Artieda y Palacios, (1996) y Yarto ef *al.,* (2003), manifiestan que "la degradación ambiental puede ser definida como el conjunto de procesos que deterioran o impiden la utilización de un determinado recurso (el agua, el suelo fértil, el paisaje) por parte del Hombre. De esta forma los procesos de degradación ambiental son entendidos como procesos socio-económicos en tanto que imposibilitan la adecuada utilización de un recurso determinado.

Cualquier acción encaminada a evitar o aminorar los procesos de degradación ambiental (erosión, incendios forestales, sequía, etc.) requiere, como primer requisito, el conocimiento de la realidad del territorio tanto en el momento actual como en el pasado más o menos reciente. Este conocimiento da la posibilidad de describir dichos procesos y, por tanto, de evaluar sus posibles consecuencias, poder prever su evolución y, como resultado, adoptar medidas eficaces que aminoren sus efectos negativos".

Existe dos formas de degradación ambiental, una es de origen natural y la otra es causada por las actividades antrópicas, cada una de ella tiene su impacto en mayor o menor escala, debido a como se manifieste la actividad, puesto que no se puede comparar una erupción volcánica, con el vertimiento de aguas provenientes de los hogares. La tierra a través del tiempo ha estado sometido a eventos naturales que debido a su intensidad han provocado que ecosistemas no hayan podido regenerarse o que lo hayan modificado de tal manera que éste se haya convertido en uno totalmente distinto.

En nuestros días se habla mucho de la influencia del hombre en las modificaciones a las que está sometido el ambiente, provocándose día a día una degradación inscrescendo, lo cual ha incrementado la ocurrencia de eventos que han incidido de forma directa en el cambio climático como son: el efecto invernadero, las lluvias acidas, la disminución de la capa de ozono, la infertilidad de los suelos, la disminución de las reservas forestales, la extinción de algunas especies, entre otras; todo esto debido a la industrialización y la falta de gestión ambiental en la disposición de los residuos, los mismos que se vierten sin tratamiento alguno.

>

[.7.- Tecnologías Limpias como alternativas para el Manejo de Residuos I.7.1.- Tecnología Limpia

Según Ochoa, (2007), "La ***producción más limpia*** es *un* término general que describe un enfoque de medidas preventivas para la actividad industrial. Este se aplica de igual manera al sector de servicio, a los sistemas de transporte y a la agricultura-No se trata de una definición legal ni científica que pueda ser sometida a exámenes minuciosos, análisis o disputas sin sentido. Es un término muy amplio que abarca lo que algunos países llaman minimización de desechos, elución de desechos, prevención de contaminación y otros nombres parecidos, pero también incluye algo más.

La *producción más limpia* hace referencia a una mentalidad que enfatiza la producción de nuestros bienes y servicios con el mínimo impacto ambiental bajo la tecnología actual y límites económicos".

Méndez, (2005), plantea que "la prevención de la generación de residuos y emisiones es de vital importancia para la producción limpia, en este sentido, un residuo queda definido como cualquier sustancia, objeto o materia, generado durante el proceso productivo o de consumo, que puede presentar algún valor económico para terceros como material reciclable o reutilizable".

En relación al manejo de residuos existen tres grandes alternativas de gestión ambiental para la industria, habiéndose demostrado en la práctica, que hay una clara jerarquización respecto del orden en que éstas deben aplicarse, de acuerdo a sus ventajas y desventajas. En orden de conveniencia, es posible distinguir las siguientes alternativas:

• ***Reducción de Residuos en el Origen.*** Que involucra cambios en los productos y cambios en los procesos productivos (sustitución de materia prima e insumos, cambios tecnológicos y la aplicación de buenas prácticas productivas en la gestión de operaciones).

• ***Reutilización*** *y/o* ***Reciclaje.*** Reúso de materiales o residuos.

• ***Tecnología de Control (Tratamiento).*** Que se aplica al final del proceso («end of pipe») y que comprende el tratamiento de los residuos y su disposición final. (Ochoa, 2007).

I.7.1.1.- Reducción de Residuos en el origen

Castillo ef a/., (2000), plantean que "La reducción en el origen elimina o disminuye la necesidad de tratamiento y disposición de los residuos. Incluye el uso racional de los recursos, materias primas, insumos y energía, y el uso de materiales menos nocivos para el medio ambiente". En la actualidad la tendencia es el disminuir la producción de los residuos desde el origen, lo que permite reducir los volúmenes de residuos, disminuyendo por ende los tamaños de sistemas de tratamiento y la disposición final de los residuos.

De este modo, la reducción en el origen es una de las alternativas menos costosas para la solución de problemas ambientales, y en muchos casos genera rentabilidades atractivas y bajos niveles de inversión. Algunas de las modalidades de esta práctica son las siguientes:

a) Cambios en las materias primas o insumos: Corresponde al uso de materias primas e insumos que no generen o que generen un nivel inferior de residuos indeseables o peligrosos. El resultado de estos cambios es una minimización de los residuos y una menor exposición de los trabajadores a contaminantes producidos en el proceso manufacturero.

b) Cambios de tecnología: Esto significa modificar sistemas obsoletos o costosos por tecnologías adecuadas donde la inversión es recuperada en el corto plazo, por el ahorro de materias primas e insumos y/o mejoramiento de la productividad. Estos cambios generan beneficios ambientales ya que el uso más eficiente de las materias primas e insumos tiene como consecuencia una disminución en la cantidad de residuos.

c) Cambios en las prácticas de operación: La aplicación de buenas prácticas de gestión de operaciones en la empresa se basa en la aplicación de una serie de procedimientos y/o políticas organizacionales y administrativas destinadas a mejorar y optimizar ios procesos productivos y a promover la participación del personal en actividades destinadas a lograr la minimización de los residuos.

1.7.1.2.- Reutilización y reciclaje de los residuos

Una vez agotadas todas las alternativas de reducción en el origen, se debe poner atención a las posibilidades de reutilizar o reciclar materiales o insumos, dentro o fuera de la industria. Esto permite reducir los volúmenes de residuos a ser dispuestos, transformándolos en un insumo más dentro del mismo proceso productivo u otro.

Aunque la reutilización y el reciclaje de residuos generalmente no son tan efectivos como la reducción en el origen, estas alternativas permiten reducir ¡os volúmenes de residuos a ser dispuestos, transformándolos en un insumo más dentro del mismo proceso productivo u otro, y pueden tener un retorno económico que puede exceder o no los costos involucrados.

1.7.1.3.- Tratamiento de ios residuos

Sólo al final del proceso, cuando ya no es posible la reducción en el origen, ni el reciclaje o reutilización de materiales y se tienen problemas de descargas o emisiones que superan las normas aplicables, se debe considerar la opción de tratamiento y disposición de los residuos.

Aparte de los usualmente altos costos asociados a los sistemas de tratamiento y la dificultad tecnológica por la inexistencia de procesos universales que sean capaces de remover cualquier tipo de residuo, estos sistemas son ambientalmente ineficientes, porque típicamente separan los contaminantes de un medio, por ejemplo el aire, agua o suelo, obligando a disponerlos en otro, pero sin que necesariamente se reduzca su presencia en términos netos".

La implementación de Sistemas de Tratamientos de Residuales eficientes y en el mejor de los casos la minimización en la generación de residuos en los procesos industriales o domésticos y ¡a reutiüzación y/o reciclado de los residuos, cobra cada día mayor importancia en función de hacer más habitable el Planeta Tierra y de lograr que la calidad de vida del hombre y de otras especies no se vea cada vez más amenazada por ese fenómeno conocido como Contaminación Ambiental.

*

>

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

*

CAPÍTULO II: Materiales y Métodos

En el desarrollo de este capítulo se presentan los materiales y métodos aplicados para realizar e! diagnostico medio ambiental de la zona objeto de estudio, así como para estudiar el nivel de conocimientos que tienen los moradores del área con respecto a los niveles de contaminación al cual está sometido el área estudiada por efectos de la disposición del aserrín, además de analizar el nivel de contaminación que presentan los espejos de agua que están influenciados por dicho residuo y sus impactos en la sub-cuenca del río Puyo.

II.1.- Materiales y equipos utilizados

Para la realización de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- Frascos colectores (Para recolección de muestras)
- Laboratorio para análisis de aguas
- Reactivos químicos para la realización de siguientes análisis: $D0_{5i}$ Coliformes fecales, Turbidez, DQO, Coliformes totales
- Equipos de laboratorio: (turbidímetro, conductómetro, KIT para determinación de coliformes, estufa, balanzas analíticas, etc.)
- Cristalería de laboratorio
- Cámara digital Samsung 8MP
- Computador
- Impresora Lexmark
- Libreta de apuntes
- Grabadora
- Dispositivo de almacenamiento masivo (USB)
- Papel Bond A4
- Estufa eléctrica Rango: 0 - 200°C
- Balanza Digital Rango: 0 -300g

II.2 Métodos y Técnicas a emplear:

En la presente investigación los métodos a emplearse serán los siguientes:

Métodos Teóricos: Requieren de una elaboración más profunda con el fin de comprender, analizar y explicar la esencia del objetivo. En este sentido no se limita a

la percepción, sino que conducen a la construcción de la hipótesis y del modelo teórico.

Métodos Empíricos: Son aquellos que permiten establecer las características generales, y las relaciones que pueden ser adquiridas mediante la percepción sensorial y se emplean en una primera etapa donde el investigador busca información, datos, hechos, testimonios; es decir todos aquellos elementos que sirven de punto de partida para la investigación.

11.2.1 Métodos Teóricos

Para la realización de la presente investigación y la posterior presentación de la Tesis escrita se utilizaron una serie de métodos teóricos los cuales se detallan a continuación:

Histórico: Se utiliza para evaluar el desarrollo del campo investigado, donde se revelan las etapas principales de su desenvolvimiento. Se evaluarán los problemas existentes, los que van sucediendo y el comportamiento de las distintas etapas de investigación.

Dialéctico: Se utilizará para develar las contradicciones existentes en el campo investigado, utilizándose para impulsar la investigación, es decir, identificación de los problemas ambientales en la zona objeto de estudio y la implementación de acciones para la mitigación de sus efectos en la contaminación que se produce **a** partir de la disposición inadecuada de los residuos (aserrín) y las medidas a emplearse para reutilizar este residuo y generar fuentes de ingreso en otras áreas de producción mediante un proceso investigativo.

Genético: Para determinar las células del problema, ayudará a definir con exactitud la situación medioambiental actual del sector estudiado y se crearán las bases para implementar las acciones dirigidas a la solución de los problemas presentes.

Sistémico estructural: Se empleará para caracterizar el problema y el campo de caracterización, determinar todos los elementos que

contribuyan a la ocurrencia del problema, pudiendo ser la acción antrópica, la falta de inversiones para el desarrollo productivo, o la falta de sistemas de producción de residuos, los que contribuyen al deterioro ambiental en el sector de la sub-cuenca del río Puyo.

Inductivos - Se realizaron visitas al área de estudio para **Deductivos:** determinar los principales problemas medioambientales presentes, además de una detallada revisión bibliográfica sobre el tema, la revisión de informes y documentos técnicos sobre las áreas objeto de estudio, así como la revisión de leyes, reglamentos, normas técnicas, etc.

11.2.2 Métodos Empíricos

- Para la realización del Diagnóstico de los problemas ambientales del sector estudiado en el presente trabajo, se realizó un proceso de observación detallado, así como la toma de fotos que permiten ilustrar los problemas detectados.

  Para determinar los niveles de afectación que el aserrín generado y depositado en los patios del aserradero provoca en las comunidades cercanas, se utilizó el Método de la Encuesta mediante la aplicación de un Cuestionario (Ver Anexo 1). Se encuestaron el 71.4% de las Viviendas del Sector ubicadas en el área de estudio seleccionada.

Caracterización de las Aguas en el área objeto de estudio

Se tomaron muestras de las aguas tanto del Humedal afluente del Estero Citayacu como directamente de este.

Área Objeto De Estudio (AOE)

71

CALLH PICHINCHA

4

i

C

A

L

V

A

R

O

V

A

L

I

A

D

A

li

t

S

Leyenda:

1: Aserradero "Virgen del Cisne", localizado en el Barrio del Chofer.

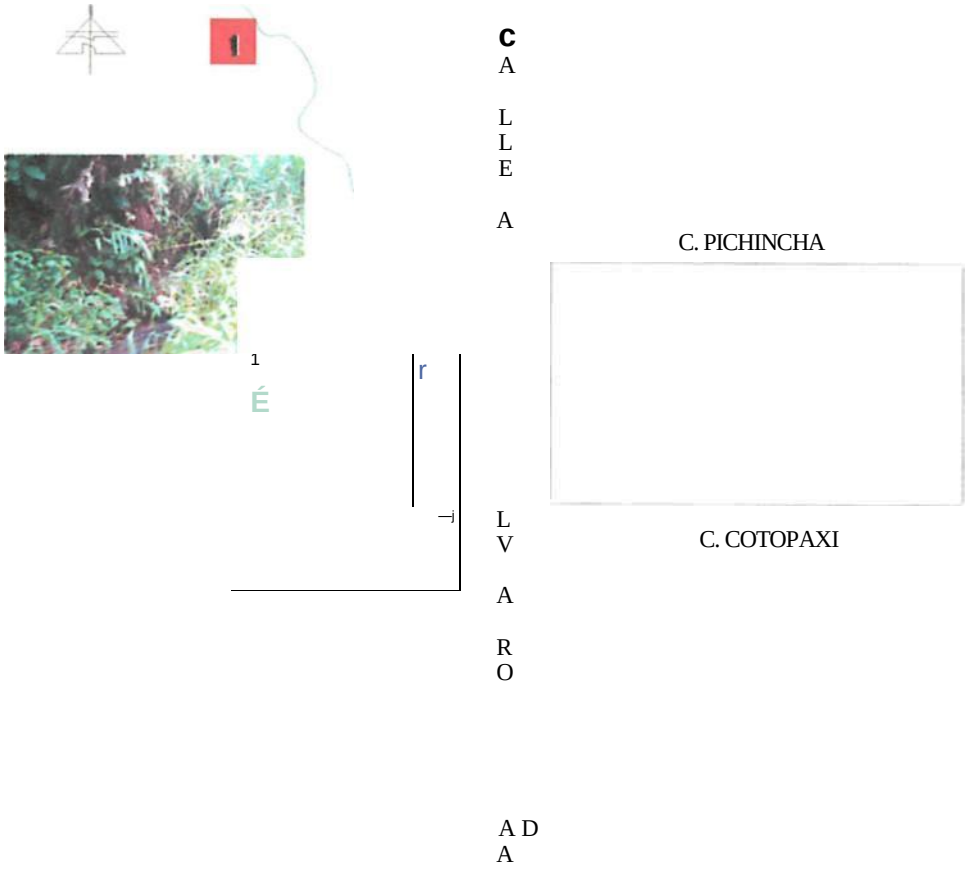
2: Patio del Aserradero "Virgen del Cisne".

3: Afluente del estero Citayacu.

4: Área deportiva del Barrio Del Chofer.

Croquis de los puntos de muestreo de aguas

Se tomaron muestras de agua en los puntos que se señalan a continuación:



Leyenda:

A: Aserradero "Virgen del Cisne", localizado en el Barrio del Chofer.

B: Estero Citayacu, afluente principal del río Puyo.

1: Punto de Muestra de Agua en el afluente del estero Citayacu, ubicado junto al patio del Aserradero "Virgen del Cisne".

2: Punto de Muestra de Agua 10 metros antes del vertido del afluente al estero Citayacu (Aguas arriba).

3: Punto de Muestra de Agua 10 metros después del vertido del afluente al estero Citayacu (aguas abajo).

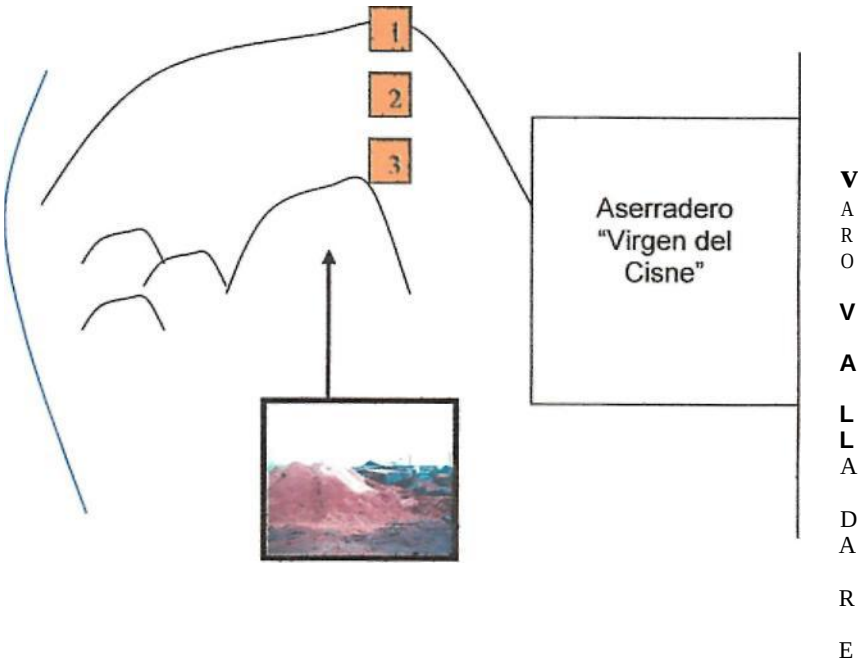
A las muestras de agua de los puntos seleccionados, se le determinaron en los Laboratorios CESTTA de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, los siguientes parámetros:

- Turbiedad
- DQO (Demanda Química de Oxígeno).
- DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).
- OD (oxígeno Disuelto)
- CT (Coliformes Totales)
- CF (Coliformes Fecales).

Análisis de! Aserrín depositado en el Patio del Aserradero como potencial riesgo de Incendios

A las muestras de Aserrín tomadas del patio del Aserradero se le midió la Humedad y la Temperatura. Las muestras de Aserrín fueron analizadas en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica.

Sitios de Muestreo del Aserrín



Leyenda:

1: Punto de muestreo de Aserrín a 20 cm. de profundidad. 2: Punto de muestreo de Aserrín a 1m. de profundidad. 3: Punto de muestreo de Aserrín **a** 1,70 m. de profundidad.

Para determinar la variación de la Humedad con el tiempo de Almacenamiento

Se eligieron tres puntos de muestreo para determinar la Humedad y Temperatura que presenta el Aserrín, cada punto con características especificas para realizar las mediciones de las variables mencionadas. Las muestras se tomaron en las pilas de Aserrín dispuestas en los patios del Aserradero "Virgen del Cisne".

Punto 1. El tiempo de disposición del Aserrín en este punto de muestreo es de dos (2) meses, el aserrín presenta una coloración amarillenta y no presentan grado de compactación de las partículas. En la figura 2.1 se muestra la pila de Aserrín de donde se tomó la muestra para determinar la Humedad y la Temperatura.

Imagen 2.1.- Pila de Aserrín de dos (2) meses de disposición

Punto 2.- El tiempo de disposición del Aserrín en este punto de muestreo es de dieciocho (18) meses, el Aserrín presenta una coloración café oscuro, dado el tiempo de disposición y la sedimentación ocasionada por factores de clima ha existido un grado de descomposición del Aserrín por el olor que emana. En la figura 2.2 se muestra la pila de Aserrín de donde se tomó la muestra para determinar las variables de Temperatura y Humedad.

Imagen 2.2.- Pila de Aserrín dispuesta hace dieciocho (18) meses.

Punto 3. La muestra de Aserrín se tomó del patio del Aserradero "Virgen del Cisne" a una profundidad de 1,20 metros, las capas de Aserrín que se han dispuesto, por factores de la descomposición y compactación, ha formado una capa de suelo macizo, la coloración que presenta el Aserrín es de color café oscuro. En la figura 2.3 se muestra el sitio elegido en el patio del aserradero para determinar las variables de Temperatura y Humedad.

imagen 2.3.- Patio del Aserradero, cavado a 1,20 metros.

Técnica Empleada para Determinar la Humedad del Aserrín

Para determinar la Humedad del Aserrín se procedió a tomar una muestra de Aserrín de cada punto seleccionado con tres réplicas las cuales fueron pesadas y posteriormente sometidas a una temperatura de 110 °C por el lapso de 4 horas en la estufa eléctrica, luego de este tiempo se procedió a enfriarlas por 25 minutos y se pesaron. Las muestras fueron llevadas nuevamente a ¡a estufa por el lapso de 2 horas, y se procedió a enfriarlas y pesarlas nuevamente. Este procedimiento se repitió hasta obtener valores constantes en el peso. El experimento se repitió en diez ocasiones.

Para determinar la ***humedad*** se aplicó la formula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso inicial Aserrín húmedo - Peso Aserrín seco}}{\text{Peso inicial Aserrín húmedo}} \times 100 \quad \text{(Ec. 2.1)}$$

Determinación de la Humedad y la Temperatura en el Aserrín con mayor tiempo de **almacenamiento para definir el potencial peligro de ocurrencia de Incendios**

En ía Pila de Aserrín que mayor tiempo de almacenada en el Patio del Aserradero tenia, se tomaron muestras a tres profundidades diferentes con vistas a determinar los valores de Humedad y de Temperatura y relacionar estos valores con la posible ocurrencia de incendios en este sitio. Este proceso se repitió en diez oportunidades para determinar la variabilidad de los parámetros a medir.

La Humedad se determinó según la técnica anteriormente señalada y la Temperatura se midió utilizando un termómetro de Hg de 0 - 100°C.

11.2.3 Análisis estadístico de los resultados

Los resultados de la Encuesta a moradores de la zona sobre la disposición, usos y posibles afectaciones del aserrín en el sitio de estudio, fueron analizados a través del Programa Microsoft Office Excel 2003.

Los resultados de la variación de la Humedad y la Temperatura **en** el Aserrín almacenado en el Patio del Aserradero "Virgen del Cisne" fueron analizados a través del Programa Minitab (Software Stadistic).

11.2.4 Otras Técnicas empleadas

Se utilizaron otras técnicas como la de Investigación Documental (Internet, libros, revistas, periódicos, archivos, etc.), buscando resultados precedentes e información que sirviera para la comparación y la argumentación de los resultados obtenidos en la presente investigación.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPÍTULO III.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el capítulo se presentan la descripción del área objeto de estudio, el análisis de los resultados del diagnóstico de la situación medioambiental de la zona estudiada, el análisis y discusión de los indicadores de calidad de agua obtenidos a partir de las muestras tomadas en el entorno del aserradero "Virgen del Cisne" y en el afluente del estero Citayacu, así como de los resultados del Cuestionario aplicado a los residentes del área estudiada. Estos resultados sirven de base para proponer un plan de acciones dirigidas a la rehabilitación ambiental de la zona y para ¡a reutilización del aserrín residual producido por esta industria.

III. 1.- Descripción del área Objeto de Estudio

El Aserradero "Virgen del Cisne", perteneciente al señor Ángel Taco se encuentra localizado en el Barrio del Chofer. Dicha instalación fue inaugurada y comenzó su producción en el año 1997. La instalación fabril ocupa un área de 400 m^2 y se divide en tres áreas fundamentales:

- Para la preparación de la madera donde están ubicados los equipos tecnológicos,
- El área de depósito de la madera preparada,
- Y el área de pasillos tecnológicos utilizados para la movilización de los trabajadores.

En la Imagen 3.1 se presenta la ubicación geográfica en la ciudad Puyo del Aserradero "Virgen del Cisne", el cual constituyó el objeto de estudio de la presente investigación.

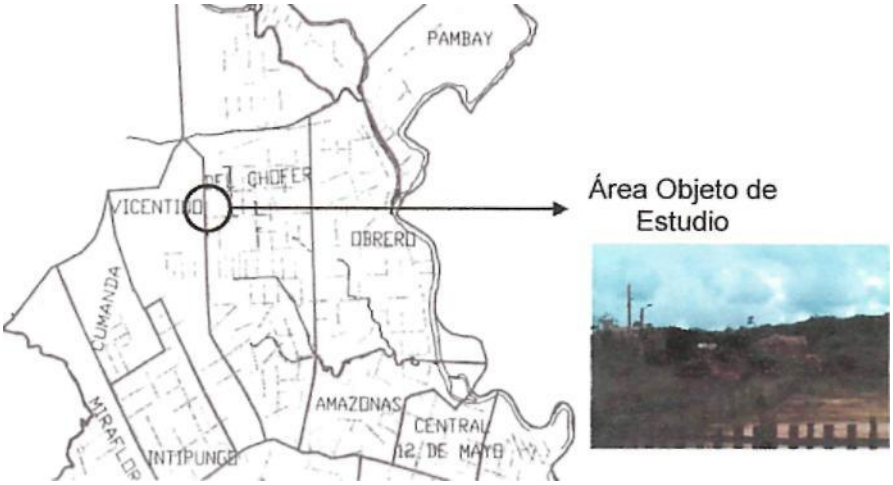


Imagen. 3.1.- Ubicación def Aserradero "Virgen del Cisne"

El Aserradero en estudio está ubicado sobre un área pantanosa, en la cual se inició a depositar el aserrín y las virutas que se han generado desde hace años, lo que ha provocado que paulatinamente se ha ido conformando una capa sólida de aserrín compactado la cual en la actualidad tiene un espesor promedio de 2 metros, existiendo lugares con un espesor de 4 y más metros.

La fuerza laboral del Aserradero "Virgen del Cisne" está compuesta por 6 trabajadores, quienes no cumplen las medidas de segundad industrial en el área tecnológica de trabajo. Los Medios de Seguridad como el Casco, Gafas de protección contra las partículas suspendidas y las Orejeras protectoras contra el ruido, no se usan adecuadamente en esta instalación productiva.

Entre las especies maderables que ingresan al Aserradero con mayor frecuencia se cuentan las siguientes: Caoba *(Platymisciun stipulare),* Cedro *(Cedrela* odorata sp.), Pilche *(Vantanea spp),* Caoba ahuano *{Swietenia macrophylia),* Tucuta *(Guarea kunthiana).* La madera que llega a! aserradero cuenta con los permisos correspondientes que otorga el Ministerio del Ambiente para la explotación de las maderas en el Ecuador.

Los residuos sólidos generados durante el proceso de transformación de la madera corresponden principalmente al aserrín, corteza, despuntes de madera y virutas. En la mayoría de los casos estos residuos se constituyen en un recurso energético que posee un valor en el mercado y que la población demanda, producto del alto costo de la leña para calefacción domiciliaria.

La disposición de los residuos generados en el aserradero, se realiza a cielo abierto en un patio de un área de 4000 m^2, sin tener en cuenta el peligro potencial que esto representa y el derroche de materia prima inutilizada que se viene depositando a través de los años.

En la Imagen 3.2 se muestra una vista parcial del patio del aserradero el cual ha sido utilizado durante años como depósito de los residuales generados en esta instalación.

0

Imagen 3.2.- Disposición de los residuos del aserradero "Virgen del Cisne"

Al fondo del patio de disposición de los residuos se halla un afluente del estero Citayacu, que vierte sus aguas al río Puyo. El suelo donde se ubica el aserradero es pantanoso con una vegetación típica de este ecosistema, en la que se destaca el gramalote y pequeñas plantas arbustivas.

Frente al Aserradero "Virgen del Cisne", se encuentran asentadas a pocos metros parte de las viviendas del Barrio "El Chofer", quienes son afectados por la disposición del aserrín en los patios del Aserradero, debido a que las partículas en suspensión son trasladadas por acción del viento hacia la zona de casas. En la Imagen 3.3 se puede observar la proximidad del Aserradero "Virgen del Cisne" al núcleo poblacional de su entorno.

Imagen 3.3.- Cercanía de las viviendas al Aserradero "Virgen del Cisne"

II!.2 Diagnostico Medio Ambiental en el Aserradero "Virgen del Cisne"

Mediante la observación y la secuencia gráfica, se realizó el diagnóstico medio ambiental de la zona objeto de estudio. Los principales problemas detectados se detallan a continuación:

1.- **Mala disposición del Aserrín y otros residuos generados en el Aserradero "Virgen del Cisne"**

Debido a ia alta demanda de madera, en la provincia de Pastaza y en especia! en la ciudad de Puyo, existe un número apreciable de aserraderos de pequeño y mediano tamaño. El trabajo conjunto de los mismos hace que se generen al año, significativos volúmenes de aserrín y otros residuos maderables. Las cantidades de aserrín generado son considerables debido a los grandes volúmenes de madera que se procesa en la ciudad. El aserradero "Virgen dei Cisne", el cual se puede catalogar como de mediano tamaño por las dimensiones de sus instalaciones y por los volúmenes de madera que procesa al año, cuenta con más de 500 mil m^3 de aserrín depositado en sus alrededores, el cual se ha venido generando a través de los años desde su inauguración. En la imagen 3. 4, se muestra una vista de las áreas donde tradicionalmente se ha venido depositando el aserrín y otros residuos generados en esta instalación.

Imagen 3. 4. Área de depósito de Aserrín y otros residuos generados por el Aserradero "Virgen de! Cisne"

2.- Afectaciones a los pobladores ubicados en áreas aledañas al Aserradero

La generación y disposición del aserrín influye en gran medida en la calidad de vida de los moradores de la zona, dado la cercanía a la que está ubicado el aserradero con respecto a las viviendas. La generación del aserrín sumado a condiciones del clima como son: épocas de sol intenso y constantes corrientes de viento, incide en especial en el traslado de las partículas suspendidas, afectando a las poblaciones aledañas.

Además del aserrín, en el aserradero "Virgen del Cisne" se genera otros residuos como; astillas y virutas, las que constituyen un riesgo potencial, debido al contacto que estas llegan a tener con niños y jóvenes que utilizan los patios del aserradero para jugar.

En la Imagen 3. 5, se destaca ¡a cercanía de las viviendas al aserradero en estudio

Imagen 3. **5.** Población situada junto al Aserradero "Virgen del Cisne".

La disposición de los residuos del aserradero, crea sitios idóneos para el crecimiento y habitat de vectores trasmisores de enfermedades como: cucarachas, ratas, moscas y mosquitos entre otros; convirtiéndose la zona residencial de hecho, en un sitio de peligro potencial para la ocurrencia de enfermedades transmitidas por estos vectores. Entre las principales enfermedades que pueden ser propagadas, se destaca la rabia, tifus, Hepatitis y la leptospirosis que son transmitidas por estos animales.

Como se observa en la Imagen 3. 6, los residuos del aserradero son dispuestos en pilas facilitando el desarrollo de vectores transmisores de enfermedades.

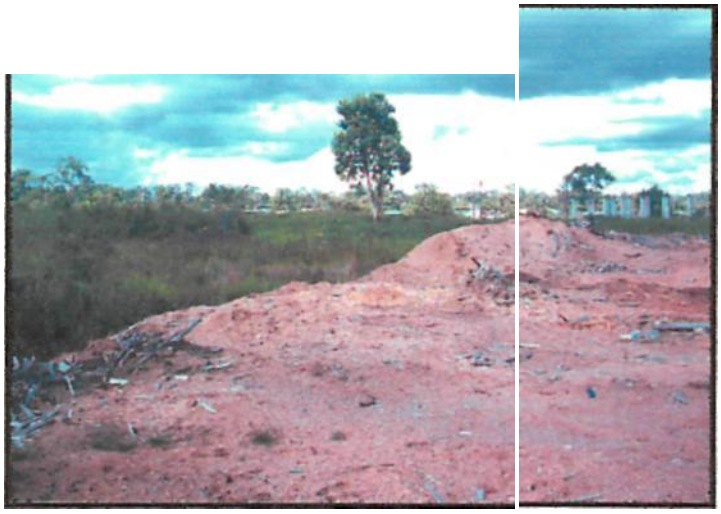


Imagen 3. 6. Disposición de los residuos del Aserradero "Virgen dei Cisne".

Los diferentes escombros como astillas, virutas, resto de maderas, entre otras se localizan en el patio del Aserradero, convirtiéndose en centros o focos de contaminación y de materia prima sin ningún aprovechamiento económico y ambiental. En la actualidad estos recursos son aprovechados por la industria avícola, utilizándolos para la crianza de pollos.

3.- Contaminación de fuentes de Agua

Junto al Aserradero "Virgen del Cisne", se halla un afluente de! Estero Citayacu, el cual durante los años de trabajo del aserradero "Virgen del Cisne" ha recibido cantidades considerables de aserrín en sus aguas, las cuales fluyen hasta esta corriente fluvial, afluente este del río Puyo, por lo que la acción contaminadora del Aserradero se hace sentir hasta el río insignia de la ciudad. El Estero Citayacu recorre importantes barrios de la ciudad hasta aportar sus aguas al río Puyo, convirtiéndose así en un problema ambiental de gran importancia para la ciudad.

En épocas de poca pluviosidad en la ciudad, el afluente del Estero Citayacu, reduce considerablemente su caudal al punto de que se produce un estancamiento del agua, io cual diversifica el impacto negativo al medio, debido a las grandes cantidades de aserrín que se acumulan en estas pocetas, creándose condiciones anaeróbicas

totalmente desfavorables para la subsistencia de las especies que comúnmente habitan en estas aguas.

Como se observa en la Imagen 3. 7, ia coloración y el olor del agua crean condiciones no apropiadas para el contacto de personas con la misma. El agua que se encuentra estancada contiene cantidades significativas de partículas en suspensión y se visualiza en la superficie de la misma una película viscosa de residuos de aceites y/o lubricantes, lo cual establece que se produzcan condiciones anaeróbicas que afectan la calidad de! agua y las condiciones de vida para las especies presentes en estas aguas.

Imagen 3. 7. Agua estancada junto al Aserradero objeto de estudio.

4.- Encharcamienío del agua de **lluvia** en **ei patio del** Aserradero

El agua que se deposita en los patios del aserradero "Virgen del Cisne" debido a las precipitaciones ha obligado a que se construya una cuneta para que las mismas drenen hacia el afluente del Estero Citayacu. Esto debido a lo frecuente de las lluvias en esta ciudad hace que se incrementen las cantidades de Aserrín que llegan a esta corriente de agua, incrementando los niveles de contaminación casi constantemente.

Como se muestra en la imagen 3. 8, el fondo de la zanja es de aserrín, por ello al momento del desalojo de las aguas de lluvia, éstas arrastran partículas de aserrín, virutas y sedimentos, entre otros residuos, realizando aportes significativos de este residuo a! afluente del Estero Citayacu.

Imagen 3. 8. Cuneta construida por el Aserradero 'Virgen del Cisne"

5.- Eliminación de la flora y afectación de los Suelos debido al depósito de Aserrín

Debido a las grandes cantidades de aserrín que genera el aserradero "Virgen del Cisne" y a la incorrecta disposición que se realiza de este residuo en ios patios del mismo, paulatinamente se ha ido perdiendo la flora que allí existe. El aserrín ha venido ganando espacio y desalojando las especies vegetativas, a tal punto que en la actualidad se observa un panorama totalmente diferente a! que se tenía cuando se construyó en esta zona el Aserradero.

Esto ha incidido en gran parte a la presencia de una significativa deforestación en los alrededores del sector, convirtiéndose en un área susceptible a ia ocurrencia de fuertes vientos al no existir ia protección de la cortina vegetal ***"rompe viento"*** que anteriormente allí existía. La Imagen 3. 9, muestra el área alrededor del Aserradero "Virgen del Cisne", la cual prácticamente es una zona totalmente deforestada donde no se encuentran especies maderables, debido a la explotación intensiva generada por la necesidad de lugares para e! asentamiento de la población, por la necesidad de madera para las construcciones y fundamentalmente por el recubrimiento de gran parte de los suelos de la zona por capas de Aserrín que han incidido directamente en la perdida de la fertilidad de los mismos.

Imagen 3. 9. Área deforestada junto al Aserradero "Virgen del Cisne"

La acumulación del aserrín en el patio del aserradero en estudio ha ocasionado la pérdida parcial del ecosistema típico de la zona en estudio: presencia de un humedal y de una corriente de agua que comunica este humedal con una corriente de agua de mayor proporción y caudal. Las características del área ocupada para eí depósito del aserrín han cambiado drásticamente hasta convertirse en un sitio sin vegetación, susceptible a la erosión y al peligro de desmoronamientos del aserrín, produciendo así que este residuo vaya ganando espacio entre la vegetación aún existente y desplazándola a tal punto que pueda provocar su futura desaparición de la zona.

Como se muestra en la figura 3. 10, ios volúmenes de aserrín y de otros residuos de la Madera como las Costaneras y Astillas, poco a poco va adentrándose hacia los remanentes de bosques aún existentes en la zona. Esto hace peligrar la permanencia de los mismos en un futuro no muy lejano.

Imagen 3.10. Aserrín y otros residuos depositados junto a la vegetación

En la figura 3. 11, se observa como el aserrín ha incursionado en el afluente del Estero Citayacu, de tal forma que ha obligado a que este pierda su cauce y que ocurra un estancamiento de las aguas, generando que las especies que allí existían, con el tiempo han ¡do desapareciendo.

imagen 3.11. Ecosistemas en peligro de extinción por el depósito del Aserrín.

Los volúmenes y la disposición del aserrín han producido que se modifique las condiciones topográficas del sector utilizado para la acumulación del aserrín. Esto ha

generado que el suelo que originalmente fuera del sector se encuentre metros debajo de la capa de aserrín depositado.

Existen sitios en donde la altura del aserrín es de 3 a 4 metros, provocando que el suelo haya perdido sus características físicas y con ello la fauna existente, lo cual con el transcurso de los años ha creado nuevas condiciones de vida propicias para otras especies que anteriormente no existían como microorganismos anaeróbicos, hongos, levaduras, entre otras.

Dado que la descomposición del aserrín es muy lenta debido a los componentes que este posee, fundamentalmente el caso de la lignina, la cual retarda la biodegradación de los residuos maderables, la acumulación del aserrín en los suelos genera la pérdida de valores de este recurso desde el punto de vista productivo. Este daño presente tardaría varios años en mitigarse aunque se desalojara el aserrín allí depositado de inmediato.

Como se presenta en la Imagen 3.12, el depósito constante de aserrín durante los años de producción, junto a la frecuente lluvia que en esta zona ocurre han provocado un alto grado de compactación del mismo, haciendo que el suelo original haya quedado totalmente sepultado bajo una capa compacta de este residuo.

Imagen 3.12. Aserrín depositado durante el tiempo de Instalación del Aserradero.

6.- Posible Potencialidad de ocurrencia de Incendios

EL fenómeno de la ocurrencia de Incendios en lugares donde existan grandes depósitos de Aserrín es uno de los riesgos a los que más se le teme a nivel mundial, donde quiera que existan condiciones con alto grado de compactación del aserrín depositado, pues esto provoca que el agua se deposite y no se filtre debido al nivel de impermeabilidad. Esto genera que al interior de las Pilas de aserrín se cuente con bajos valores de humedad y alta temperatura, creándose las condiciones ideales para la ocurrencia de incendios. Lamentablemente frecuentemente se reportan incendios de grandes proporciones que en muchos casos además de las cuantiosas pérdidas económicas han ocasionado pérdidas humanas entre los trabajadores y vecinos de áreas cercanas a los aserraderos. En eí AOE existen depósitos de Aserrín que llevan más de 5 años ahí almacenados.

111-3 Análisis de los resultados de la encuesta a Moradores del Sector estudiado

En la Tabla 3.1 (Ver Anexo 2) se muestran los resultados obtenidos al aplicar un Cuestionario con preguntas dirigidas a buscar parte de fa información necesaria para el desarrollo de la presente investigación a los Moradores de! sector estudiado., fundamentalmente en aquellas viviendas más cercana al Aserradero y que por consiguiente se ven más afectadas por el impacto que genera dicha instalación a su entorno. Los problemas aquí detectados normalmente no salen en la realización de un Diagnóstico medioambiental.

E! procesamiento de los resultados de este Cuestionario se realizó mediante el Programa Microsoft Excell for Windows, Versión 2003 y a continuación se presenta la secuenciación gráfica de las diferentes Variables procesadas (Preguntas realizadas en el Cuestionario):

Variable No. 1: Enfermedades que se presentan en el Sector.

En la Imagen 3.13 se presentan las principales enfermedades reportadas en la Encuesta que con mayor frecuencia afectan a los moradores de la zona.

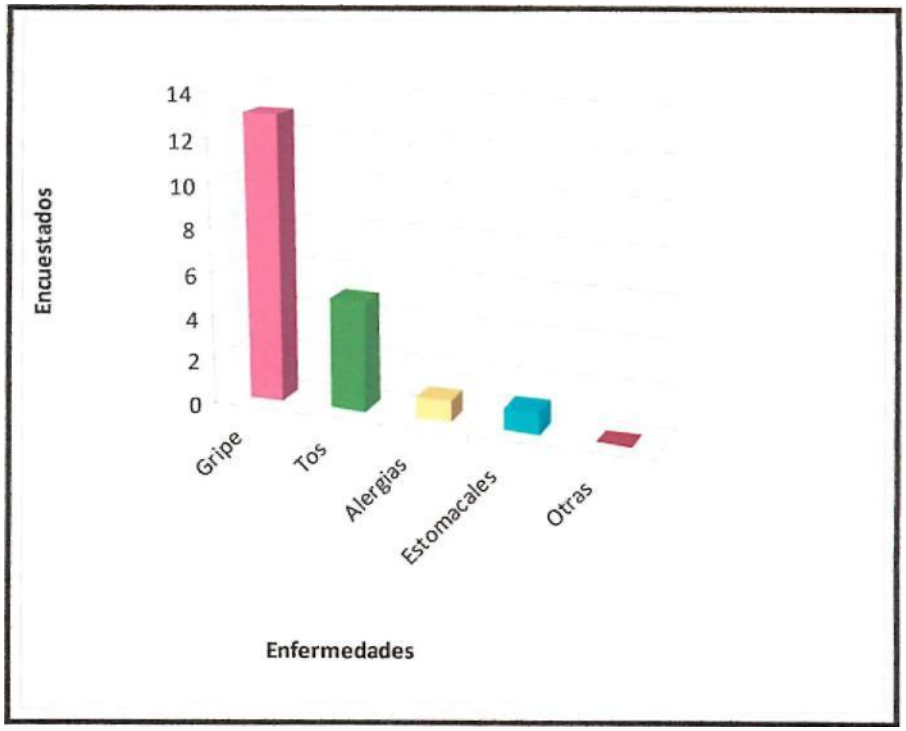
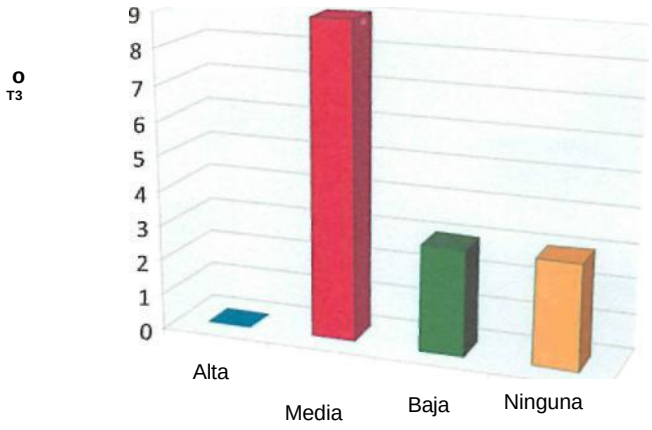


Imagen 3.13: Principales Enfermedades presentes en el AOE

Como se observa de la Imagen 3.13, son cuatro (4) lo tipos de Enfermedades que más frecuentemente afectan en la zona, destacándose en primer lugar los procesos Gripales, seguidos de otras afectaciones broncorespiratorias y posteriormente de Enfermedades de la Piel y de afecciones estomacales. Si se revisa lo reportado por la literatura, estas cuatro enfermedades presentes en e! AOE, son de las que comúnmente se presentan en poblaciones aledañas a grandes depósitos de Aserrín, ya que las mismas son producidas por el Polvo que allí se genera así como por aguas contaminadas y por la amplia presencia de Vectores trasmisores de enfermedades como Moscas, Mosquitos y Cucarachas entre otros.

<u>Variable No. 2</u>: Nivel de incidencia del Aserrín con la Ocurrencia de Enfermedades.

La apreciación de los pobladores del Sector sobre la influencia del Aserrín en la aparición de las enfermedades que más los aquejan se muestra en la Imagen 3.14.



Nivel de Incidencia del Aserrín

imagen 3.14: incidencia del Aserrín en la ocurrencia de Enfermedades en el AOE

Ninguno de los encuestados es del criterio que el Aserrín depositado en el entorno de su zona de residencia tenga una alta incidencia en la ocurrencia de las enfermedades que más comúnmente los afectan. El 60% de los cuestionados le atribuye una incidencia media y el resto es del criterio que el Aserrín tiene una baja o no tiene incidencia sobre sus problemas de salud.

Indudablemente este desconocimiento se puede asociar a la falta de una adecuada cultura ambiental, así como a la falta de programas de salud dirigidos a ejemplificar los efectos y consecuencias de la contaminación sobre la salud humana y sobre la vida propia del Planeta Tierra.

<u>Variable No. 3</u>: Afectaciones Medio Ambientales por la acumulación del Aserrín en el Sector.

En la Imagen 3.15 se muestran los criterios de los moradores del AOE sobre la relación Aserrín acumulado con el Deterioro medioambiental del entorno donde se encuentra ubicado el Aserradero "Virgen del Cisne".

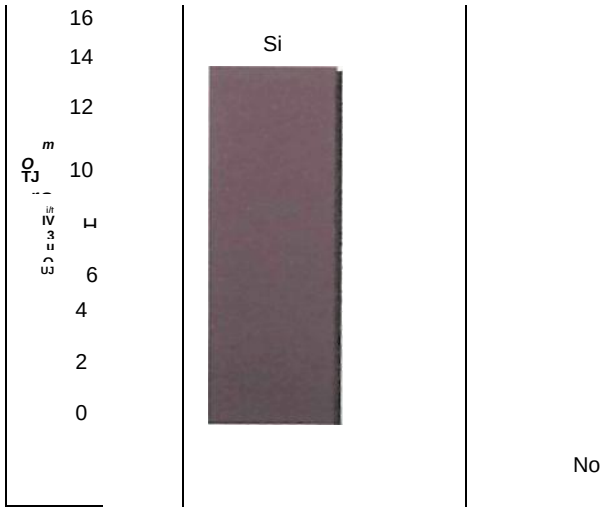


Imagen 3.15: Incidencia de la acumulación de Aserrín en el deterioro ambiental del AOE

La mayoría de las personas encuestadas (93,3%) son del criterio, que la acumulación de Aserrín actual y de las cantidades que se seguirán disponiendo en esta área, están y continuarán alterando negativamente las condiciones ambientales, tanto def agua, del suelo como del aire en la zona estudiada.

No se cuenta por parte del Aserradero con un Plan de Manejo para ia disposición final de este material y además no existe un Programa de Reutilización del mismo como materia prima para otras producciones ni se comercializa para tales fines a otras industrias de la Provincia Pastaza, por lo que la única solución es depositario en los patios y allí permanecer sometido a las condiciones climáticas de la zona y convertirse en una fuente contaminante que está afectando seriamente al ecosistema presente y a las personas que habitan en las cercanías.

<u>Variable No. 4</u>: Conocimiento de los Subproductos que se pueden obtener a partir de la Reutilización del Aserrín.

El nivel de conocimiento de los pobladores de la zona sobre !a posible Reutilización de los grandes volúmenes de Aserrín depositados en las instalaciones del Aserradero "Virgen del Cisne", se muestran en la Imagen 3.16

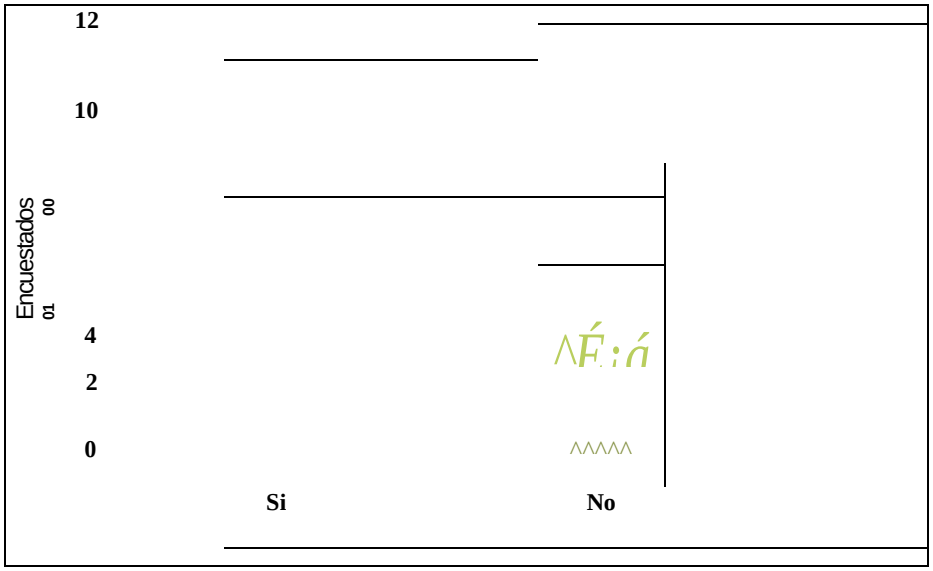


Imagen 3.16: Conocimientos sobre los beneficios de la Reutilización del Aserrín.

El 66% de los encuestados afirma tener conocimiento de los subproductos que se elaboran a partir del aprovechamiento del aserrín residual. Dentro de los principales usos que ellos le están dando se cuentan:

- utilizarlo como abono
- como combustible, y
- como elemento de construcción.

El uso del Aserrín como Combustible y en la producción de elementos de la construcción, aparece reportado en la literatura como práctica común dentro de las disímiles variantes de Reutiüzación que de este material se implementan a nivel mundial. Sin embargo el uso del Aserrín como Abono., a partir de diversos estudios realizados por universidades norteamericanas, inglesas y mexicanas., entre otras., es una práctica que lejos de beneficiar la fertilidad de los suelos, la compromete paulatinamente dado el porciento de materiales no degradabíes presentes en la composición del Aserrín (la Lignina, la Hemicelulosa), por lo que no es aconsejable la intensificación de estas prácticas en suelos arcillosos como los que predominan en muchas de las zonas dedicadas al cultivo en esta Provincia.

Variable No. 5: Beneficio de la Implementación de Tecnologías apropiadas para la reutilización del Aserrín.

En la Imagen 3.17 se muestran las opiniones respecto a la influencia del uso de tecnologías apropiadas para reutilizar el Aserrín sobre el mejoramiento de las condiciones ambientales en la zona objeto de estudio.

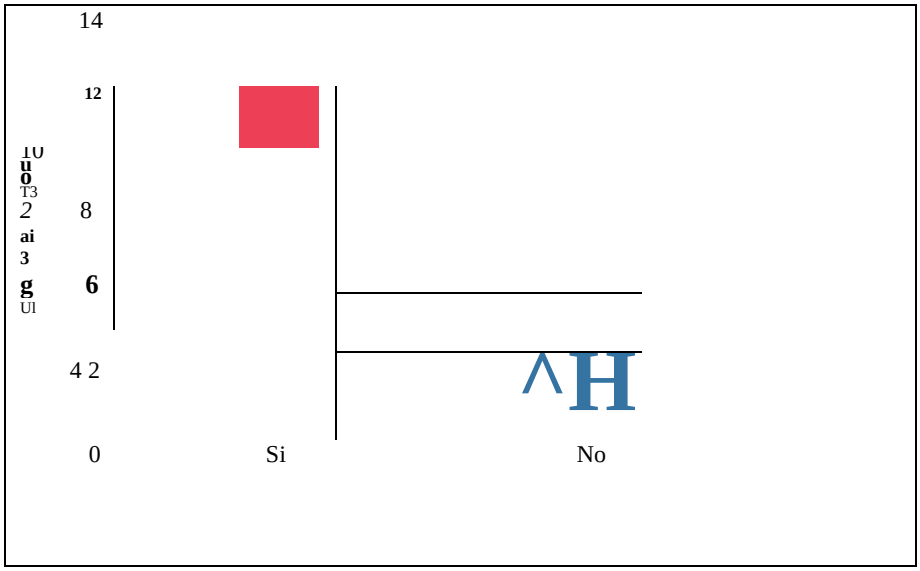


Imagen 3.17: Asociación de la reutilización del Aserrín con las mejoras medioambientales del AOE.

El 86,7% de la población encuestada manifiesta que la implementación de tecnologías apropiadas para la reutilización del Aserrín beneficiaría significativamente la calidad ambiental del área objeto de estudio. Con una mejor disposición y reutilización de este residuo se pueden reducir los volúmenes presentes en el patio del Aserradero "Virgen del Cisne" y aprovechar este residual para la elaboración de una extensa gama de subproductos de amplia demanda popular, y así mejorar la situación ambiental del sector e incrementar la gestión económica de esta industria.

III.4 Análisis de los resultados de la caracterización del Aserrín como potencial Riesgo de Incendios

Los riesgos a los cuales se someten los Aserraderos por la mala disposición de sus residuos, crea condiciones idóneas para la ocurrencia de desastres, como lo es la ocurrencia de Incendios a partir de las potencialidades que tiene el Aserrín con poca humedad para procesos de ignición espontánea. Normalmente los incendios que se producen en los depósitos de aserrín ocurren en la parte inferior y hacia el centro de las pilas de este material, producto a la menor humedad y mayor temperatura que

frecuentemente tiene el aserrín en estos puntos. Estos incendios son de rápida propagación y cuando emergen a la superficie ya está extendido a toda la parte inferior de las pilas almacenadas. En la tabla 3.2 se muestran los valores obtenidos de Humedad y Temperatura dentro de una misma pila de aserrín a diferentes profundidades en los patios del Aserradero "Virgen del Cisne".

Tabla 3.2: Valores de la Humedad y Temperatura en dependencia de la altura de la Pila de Aserrín

	Punto I (20 cm. de **Profundidad)**		**Punto II** (1 **m. de Profundidad)**		Punto **III (1,70** cm. de **Profundidad)**	
N°	Humedad (%)	Temperatura {°C)	Humedad {%)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Temperatura (°C)
1	75,58	27	77,52	33	80,93	35
2	74,60	30	77,86	34	80,38	34
3	74,66	27	77,71	33	81,06	35
4	74,80	30	77,43	33,5	82,10	36
5	74,62	**30**	76,87	33	80,56	34,5
6	74,85	**29**	77,11	33,5	80,44	36
7	75,10	**29**	77,68	34	80,76	35,5
8	75,25	28,5	77,66	34,5	80,83	36
9	74,72	**29**	77,59	33	82,12	36,5
10	74,77	28	77,41	34	80,39	34
X	**74,90**	**28,75**	**77,48**	**33,55**	**80,96**	**35,25**
DS	**0,32**	**1,14**	**0,30**	**0,55**	**0,65**	**0,89**

Fuente: Elaboración Propia

Leyenda:

DS: Desviación Estándar

Como se muestra en la Tabla 3.2, los valores de temperatura y Humedad se incrementan, en relación a la profundidad con que fueron tomadas las muestras, encontrándose diferencias significativas (a través del Programa Minitab) para ambos parámetros entre las profundidades de 0,20m. y la de 1,70m. Los valores de humedad que se presentan, determinan que existe gran retención de agua por parte de las partículas de aserrín y que a pesar de los niveles de compactación que tienen estas pilas de aserrín, tas abundantísimas lluvias presentes en esta zona se infiltran

provocando el incremento de la humedad en las capas bajas de estos depósitos. Aunque la temperatura aumenta con la profundidad, la alta humedad presente neutraliza las posibilidades de ocurrencia de incendios forestales en el sitio estudiado.

En la Tabla 3.3 se presentan los valores de humedad en función del tiempo de almacenamiento a la intemperie del aserrín generado en el Aserradero estudiado. Las muestras fueron tomadas a 1 metro de profundidad en pilas que tenían 2 meses, 2 años y 5 años de depositadas respectivamente.

Tabla 3.3- Valores de la Humedad en función al tiempo de Almacenamiento

	Muestra A (2 meses de Almacenamiento)	**Muestra B** (2 años de Almacenamiento)	**Muestra C** {Más de 5 años de Almacenamiento)
N°	**Humedad** (%)	**Humedad** (%)	**Humedad** (%)
1	44,73	81,33	77,80
2	44,87	81,20	77,87
3	44,87	81,20	77,73
4	44,93	81,20	78,20
5	44,87	81,33	78,33
6	44,40	81,60	78,13
7	44,87	80,53	78,20
8	44,73	81,07	78,20
9	44,80	81,00	78,27
10	44,80	81,00	78,27
X	**44,78**	**81,15**	**78,10**
DS	**0,15**	**0,28**	**0,22**

Fuente: Elaboración Propia

Al comparar los valores medios de humedad se encuentran diferencias significativas entre estos parámetros para 2 meses y para 2 años de almacenamiento. Esta diferencia se puede asociar al menor grado de saturación de agua que tiene el aserrín

depositado por 2 meses, ya que ha estado mucho menos tiempo almacenado a la intemperie y a que en el momento de ser depositado este aserrín venía con un contenido muy bajo de humedad por la evaporación de sus contenidos de agua por el calor que es transmitido por las maquinarias utilizadas en el Aserradero "Virgen del Cisne". **Este** parámetro para los 2 meses de almacenamiento, igualmente difiere significativamente con respecto al caso de los 5 años de almacenamiento.

Dado estos resultados se puede concluir que los riesgos de ocurrencia de incendios son bajos, debido a los altos valores de humedad y bajos de temperatura en los puntos analizados, y que dada la alta incidencia de la lluvia en el área objeto de estudio, ni la altura de las Pilas de aserrín, ni el tiempo de almacenamiento influyen en las potencialidades de incendios forestales, a diferencia de lo que ocurre en otros lugares con las mismas características, pero donde los niveles de lluvia son menores con respecto a la Provincia Pastaza.

III.5 Análisis de los resultados de la caracterización de las Aguas en el AOE

Dentro de la Gama de Indicadores de la Contaminación en las Aguas y teniendo en cuenta de que a partir de las características de la zona y de ios elementos contaminantes presentes en la misma, se puede aseverar que predominan los contaminantes orgánicos, se seleccionaron seis (6) de los Indicadores más característicos de este tipo de Contaminación. Los resultados de los análisis de Laboratorio para la caracterización del agua se muestran en \a Tabla 3.4.

Tabfa 3.4.- Resultados de la caracterización del Agua en los Puntos de Muestreo Seleccionados

Variables	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOs)	mg/L	**14**	**2**	3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	**64**	**9**	10
Coliformes Totales (CT)	UFC/100mL	**40**	**440**	500
Colíformes Fecales (CF)	UFC/100mL	**15**	240	350
Turbiedad (Turb)	UTN	5,74	6,11	7,64
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	**3,1**	**8,1**	6,9

Fuente: Elaboración Propia

Leyenda:

Punto 1: Punto de muestreo en el Afluente del Estero Citayacu detrás del Aserradero "Virgen del Cisne". Punto 2: Punto de muestreo en el Estero Citayacu aguas arriba del aporte del Afluente del mismo {Parte Alta). Punto 3: Punto de muestreo en el Estero Citayacu aguas abajo del aporte del Afluente del mismo (Parte Baja).

Los resultados que se presentan en el Punto 1 (Afluente del Estero Citayacu, detrás del aserradero en estudio) muestran que los valores de DQO (Demanda Química de Oxígeno) y DBO (Demando Bioquímica de Oxígeno) son relativamente altos en comparación con los Puntos 2 y 3, debido esto principalmente a la presencia de volúmenes apreciables de Aserrín en el agua y al Oxígeno Disuelto que esto demanda para su degradación, lo cual se corresponde con los niveles de OD en este punto los cuales resultan menores con respecto a los otros dos puntos muestreados donde la carga orgánica a degradar es menor por llegar al Estero Citayacu menos Aserrín que el presente en el Humedal. Lo acaecido con los valores de la $DB0_5$, la DQO y el OD en la muestra analizada del Humedal, se corresponde con lo reportado en la literatura con respecto a la proporcionalidad existente entre el incremento de materia orgánica en un medio., en este caso el agua., y el consumo por parte de los microorganismos presentes para iniciar y realizar totalmente la biodegradación de la materia orgánica de las reservas de Oxígeno disuelto en el agua, de ahí que el valor del OD sea relativamente bajo frente a valores altos de DQO y $DB0_5$.

Los valores de Coliformes Totales y Fecales no son relativamente altos dado a que no existe la presencia de excretas humanas ni animales en este Humedal. La Turbídez

dada la alta concentración de Aserrín en el medio debiera alcanzar valores mayores, no obstante en las Aguas de este Humedal se presentan altas concentraciones de sólidos en suspensión y cambio de la coloración en sus aguas de este humedal.

Comparando con los valores límites de descarga fijados en la Norma Ecuatoriana de Calidad de Agua, los indicadores valorados en las aguas del Humedal están por debajo de estos límites impuestos por dicha Norma, no obstante por sus valores reflejan la presencia de un agua con determinado nivel de contaminación la cual y según la Norma anteriormente señalada estas aguas *no* podrán ser utilizadas con fines estéticos ni recreativos, aunque sí podrán usarse con fines agrícolas.

Los valores obtenidos en el Punto 2 {Estero Citayacu, parte Alta antes de la descarga del Humedal) señalan por sus valores de Turbidez y Coliformes tanto Totales como Fecales que estas aguas poseen un determinado nivel de contaminación el cual ha sido aportado a través de las descargas de asentamientos poblaciones a lo largo del recorrido de este Estero antes de llegar a la zona estudiada. Los valores de DBO, DQO y OD obtenidos en el análisis del agua en este punto, por sus valores, son indicadores de lo anteriormente señalado. Los valores de turbidez obtenidos están en correspondencia con los niveles de Sedimentos que el río en su trayectoria arrastra.

Los valores de los Indicadores de contaminación en el Punto 3 (Aguas abajo, después de la descarga del Humedal al Estero) se ven incrementados en todos los valores con respecto a los valores obtenidos en el Punto 2, con excepción del Oxígeno disuelto que decrece pero que este decrecimiento es el indicador de incremento de la contaminación. Esto resulta explicable si se tiene en cuenta que a los niveles de contaminación ya presente en las aguas del Citayacu, se une la descarga del Humedal las que aunque cuentan con poca carga contaminante, indudablemente incrementan los niveles de contaminación del Estero.

Por limitaciones de índole económica no se pudo obtener niveles de variabilidad en los resultados pero esto no limita la validez de la investigación pues por la replicabilidad de los procesos productivos del Aserradero "Virgen del Cisne" y por los volúmenes y niveles de contaminación que recibe el Estero a lo largo de su recorrido se puede aseverar que la contaminación de sus aguas., mientras tanto no se apliquen acciones mitigadoras para frenar el deterioro ambiental en la zona estudiada., podrá elevarse o bajar relativamente en determinados momentos, pero que la tendencia es a mantenerse contaminadas lo que hace que las mismas no puedan ser utilizadas con

fines de consumo humano, estéticos, ni recreativos solo pudiéndose utilizar para Fines agrícolas a partir de sus niveles de Coliformes y de Oxígeno disuelto.

IU.6 Plan de Acciones a Implementar para el aprovechamiento del Aserrín

A partir de los resultados del Diagnóstico Ambiental, de los criterios de los Moradores de la zona estudiada y de los resultados de la caracterización de las aguas y del Aserrín dispuesto como residuos en las instalaciones del Aserradero "Virgen del Cisne", se ha elaborado un Plan de Acciones cuya implementación atañe no solo a los Propietarios de esta Industria si no que algunas son de carácter más amplio *ya* que deben hacerse extensivas a este Barrio y a otros que cuenten con situaciones similares a la estudiada en la presente investigación.

Teniendo en cuenta lo establecido en la política de Producciones más limpias, el Plan que se propone cuenta de dos Fases o partes, la primera destinada a disminuir la generación de residuos en el Aserradero y la segunda en función del aprovechamiento de los volúmenes de aserrín existentes más los volúmenes que se seguirán produciendo en este aserradero.

En la Tabla 3.5 se presenta el Plan de Acciones que se propone para mitigar el impacto ambiental en el AOE y para restaurar los daños ocasionados a este ecosistema a partir del mal manejo del Aserrín residual que allí se genera y se dispone.

Tabla 3.5: Plan de Acciones para solucionar las afectaciones medioambientales en el área objeto de estudio

ACCIONES PROPUESTAS	PROBLEMA AMBIENTAL AL QUE DARÁ SOLUCIÓN	RESULTADOS ESPERADOS
lera Fase: Mitigar las emisiones de aserrín residual		
• Modernización de la tecnología, introduciendo Sierras y otros Equipos más eficientes • Utilización de bolos de madera con diámetros y longitud uniformes y más ajustados a las piezas a conformar y con pocas curvaturas. • Serviciar previamente los bolos a trabajar (descortezarlos, eliminación de residuos de ramas, etc.)	Disminución de los volúmenes de aserrín producidos en los orígenes	Disminución del deterioro ambiental en la zona estudiada
2da **Fase: Reutilización del aserrín producido y rehabilitación ambiental de la zona**		
Implementar un sistema de comercialización por parte del Aserradero con vistas a vender ei aserrín producido, como materia prima a industrias interesadas en su utilización.	Altos volúmenes de aserrín depositados en el Aserradero "Virgen del Cisne".	Reducción de volúmenes dispuestos en el patio del Aserradero en Estudio. Beneficios económicos para esta industria.
Valorar un proceso Inversionista para el aprovechamiento def Aserrín como materia prima para		

la elaboración de nuevos productos por parte del propio Aserradero. Dentro de los productos a elaborar se pueden contar: • Briquetas combustibles • Tableros • Aumento animal • Elementos para la Construcción (Ladrillos, Bloques) • Perfiles ignífugos	Altos volúmenes de aserrín depositados en el Aserradero "Virgen del Cisne".	Reducción de volúmenes dispuestos en el patio del Aserradero en Estudio. Beneficios económicos para esta industria a partir de la diversificación de sus producciones.
Realizar limpieza y apertura del caudal del Afluente del Estero Citayacu.	Contaminación del cuerpo de agua (Afluente del Estero Citayacu).	Evitar el encharcamiento de las aguas, permitiendo que fluyan sin obstáculos y disminuir el nivel de contaminación.
Realizar fumigaciones y campañas de saneamiento en áreas propicias para la proliferación de Vectores trasmisores de Enfermedades (ratas, cucarachas y moscas).	Proliferación de Vectores Trasmisores de Enfermedades.	Disminución de enfermedades producidas por la inferencia de Vectores de Enfermedades que existen en los residuos del Aserradero. Saneamiento del AOE.
Disposición del Aserrín generado en lugares adecuados y bien concentrados.	Incremento de las molestias a la población.	Incremento de la calidad de vida de los pobladores de la zona a través de la disminución de afectaciones producidas por partículas de Aserrín.
Realizar acciones de reforestación con vegetación endémica de !a zona.	Deforestación en el AOE.	Aumento de la Cobertura vegeta! en el sector y disminución del transporte de partículas de Aserrín

		ocasionadas por las corrientes de viento.
Implementación de un sistema de alcantarillado para las aguas residuales de las Viviendas, centros comerciales e industrias del Sector.	Contaminación de las aguas por la presencia de Coliformes Totales y Fecales	Descontaminación del Estero Citayacu, reduciendo la cantidad de Coüformes Totales y Fecales.
Implementación de un sistema de recolección de aguas pluviales.	Inundaciones provocadas por el aumento de caudal del Estero Citayacu.	Evitar el desborde de las aguas del Estero Citayacu y el encharcamiento de las mismas.
Implementación de un Programa de Educación Ambiental para los moradores y trabajadores de la zona	Insuficiente Educación ambiental	Elevar la cultura ambiental de los pobladores y comerciantes de la zona en temas como: • Contaminación Ambiental • Reutilización y Reciclado de los residuos • Restauración Ambiental • Deforestación y Reforestación • Manejo de Cuencas hidrográficas • Saneamiento Ambiental

Fuente: Elaboración Propia.

En el Anexo 2 se presentan tas Tecnologías propuestas para la reutilización del aserrín en función de diversos usos y con un marcado aporte económico y ambiental.

La implementación de este Plan de Acciones por parte de la dirección del Aserradero "Virgen del Cisne" y de las Autoridades municipales correspondientes conducirá de seguro a mitigar el deterioro ambiental del Sector estudiado, así como se podrá restaurar la zona a partir del rescate de gran parte de sus características originales.

El aprovechamiento del Aserrín constituirá un apreciable rubro económico que incidirá favorablemente en la Gestión económica de esta industria a la par del efecto positivo que esta reutilización traerá para la situación ambiental en el Barrio "El Chofer" de la Ciudad Puyo.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados de la presente investigación, se arriba a las siguientes conclusiones:

- El aserrín dispuesto a la intemperie, constituye un serio problema ambiental para muchísimos países, por el serio deterioro ambiental que genera en el Medio y por las afectaciones que sobre las poblaciones aledañas a estos depósitos provoca.

- Los volúmenes de aserrín residual generados por el Aserradero "Virgen del Cisne" han provocado un deterioro ambiental apreciable en los ecosistemas de su entorno, especialmente en el Humedal afluente del Estero Citayacu e indirectamente en el río Puyo del cual es afluente este Estero.

- El aserrín depositado en los patios del Aserradero "Virgen del Cisne" afecta directamente a la población aledaña al mismo, a través del incremento de la presencia de Vectores trasmisores de enfermedades y del incremento de afectaciones broncorespiratorias.

- Por los valores de Humedad y Temperatura presentes en el aserrín depositado en los patios de esta industria, el mismo no constituye un peligro potencial para la ocurrencia de incendios en ese sector.

- La reutilización del aserrín como materia prima para otras producciones incidiría favorablemente en la disminución de las afectaciones medioambientales en el Sector estudiado, a la vez que incrementaría notablemente la gestión económica del Aserradero "Virgen del Cisne".

- La implementación del Plan de Acciones que se propone en la presente investigación frenará el deterioro ambiental del Sector a la vez que permitirá la restauración ambiental del mismo, recobrando gran parte de sus características originales.

RECOMENDACIONES

A partir del rigor y la validez de los resultados de la presente investigación, se recomienda:

- Implementar el Plan de Acciones propuesto por parte de la Administración del Aserradero "Virgen del Cisne" y de las autoridades municipales competentes a fin de mejorar la situación ambiental en este Sector y de diversificar las producciones a partir de la introducción de tecnologías hasta ahora no utilizadas por la industria maderera privada del Cantón Pastaza.

- Hacer extensivos los resultados de este trabajo a otros Aserraderos del Cantón que cuenten con las mismas características del Aserradero "Virgen del Cisne".

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Agarwal, A., Bhatia, M„ Chéret, I., Falkenmark, M. (1996). Integrated Water Resources Management. [On line]. [Junio, 2009]. Disponible en-http://www.cepis.ops-oms.Org/bvsarg/i/fulltext/tac4/tac4.pdf

2. Álvarez, E. (1999). Perspectivas de aprovechamiento del aserrín medíante su transformación hidrolítica y como fuente de Biomasa para diversos fines ÍOn line]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://www.ilustrados.com/documentos/aserrin-transformacion-hidroliticas-biomasa-230708.pdf

3. Álvarez, E., Díaz, S., Alessandrini, M. (2000). Utilización Racional de los Residuos Forestales. [On line]. [Octubre, 2008]. Disponible en-http://www.fao.org/DOCREP/003/Y1237S/y1237s10.htm.

4. Artieda, J. y Palacios, M. (1996). La Degradación Ambiental. [On line]. [Noviembre, 2008]. Disponible en: http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=897

5. Cámara de Construcción de Quito (2008). Contaminación del agua. [On line]. [Noviembre, 2008]. Disponible en: http://www.ccquito.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=508

6. *Cardona, M.* (2008). Contaminación Del Suelo. [On line]. [Noviembre, 2008]. Disponible en: http://www.itm.edu.co/lnformacion%20Academica/Archivo%20Docentes/20080_2/Margahta%20cardona/CONTAMINACI%C3%93N%20DEL%20SUELO.doc

7. Castillo, J., Rodríguez, D., Rivera, A., Zamorano, G., Acuña, H. (2000). Uso de Tecnologías Limpias. [On line]. [Octubre, 2008]. Disponible en: http://www.produccionlimpia.cl/medios/documentos/experiencias.pdf

8. Chan, M., Araujo, O., Azueta, M., Solís, L. (2004). Tableros de Madera de Partículas. Ingeniería Revista Académica. Vol. 08 número 003. Universidad Autónoma de Yucatán, México, pp. 39-46. [On line]. [Octubre, 2008]. Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/467/46780304.pdf

9. Contaminación del Agua. (s/a). Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Tema 11. [On line]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm

10. De la Maza C, González, J., Alexandroff, M. (1998). Indicadores De Contaminación Generados Por La Industria Forestal En Chile. [On line]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://revistacienciasforestales.uchile.cl/1997-1998_vol12-13m1-2a7.pdf

11. Fernández, M. (1996). Ciudades en Riesgo. [On line]. [Noviembre, 2008]. Disponible en: http://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/CER_todo_ene-7-2003.pdf#page=14

12. Fernández, R. (2008). Nociones Generales sobre el Diseño de Plantas para el Tratamiento de Residuales. Pinar del Río, Cuba.

13. Fundación Wikimedia (2008). Aglomerados. [On line]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Madera

14. Fundación Wikipedia (2008). Madera. *[On* line]. [Diciembre, 2008], Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Madera

15. Galle, R. (2002). Los residuos industriales y el medio ambiente. [On line], [Enero, 2009]. Disponible en: http://eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/XXViapuco/Trabajo19_bis.doc

16. Gonzáles, L. (2005). Estudio comparativo de Bloques Sólidos Combustibles y maderas en la obtención de Eco-materiales. [On line]. [Diciembre, 2008]. www.monografias.com

17. Hernández, L, Tellez, M., Sanin, L, Lacasona, M., Campos, A., Romieu, J. (2000). "Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y Contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. Salud Pública de México. Julio/Agosto/2000, vol. 42, No. 4. pp. 288 - 297. [On line], [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/106/10642405.pdf

18. Lesme, O., Palacios, A., Lesmes N., (2006). Coeficientes de Residuos de la Industria Forestal. Tecnología Química Vol. XXVI, No. 3. [On line]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://www.uo.edu. cu/ojs/index.php/tq/article/vjew/120/117

19. Lillo, S. y Herrera, C. (1996). Aserrín utilizado como alimento para la lombriz de tierra Eisenia foetida. [On line]. [Enero, 2009]. Disponible en: http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?lsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expres¡on=mfn=028148

20. Manzur, M. (2000). Biotecnología en el sector forestal de Chile. [On line], [Enero, 2009]. Disponible en: http://www.grain.org/biodiversidad_files/biodiv251.pdf.

21. Martina, P., García, E., Corace, X, Aeberhard, M., Yank, L. (2005). Digestión anaeróbica de de virutas y aserrines de maderas utilizadas en la región Chaqueña. Ensayos preliminares. [On line]. [Enero, 2009]. Disponible en: http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/7-Tecnologia/T-007.pdf

22. Medellín, P. (2002). Contaminación del aire. [On line], [Diciembre, 2008], Disponible en: http://ambiental.uaslp.mx/docs/PMM-AP020411.pdf

23. Méndez, P. (2005). Propuesta de Producción Limpia para un aserradero PyME de la comuna de Valdivia. (On line]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fifm538p/doc/fifm538p.pdf

24. Merino, J. (2007). Registro del Flujo de Madera en Industrias Aserraderos y Depósitos de Madera en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Memoria de Prácticas Profesionales, pag 10-12

25. Miñoso, Y. (2005). La energía de la madera. [On line]. [Octubre 2008] Disponible en: http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia30/HTML/articulo08.htm

26. Monroy, M. y Días-Barriga, F. (2002). Evaluación de la Contaminación de los Suelos. [On Une]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://ambiental.uaslp.mx/docs/MMF-020701-NotaContVPMat.pdf

27. Ochoa, P. (2007). Las Producciones más Limpias en la Gestión Empresarial [On line]. [Octubre, 2008]. Disponible en: http://www.redpml.cu/image/boletin12.pdf

28. Ramírez, O (2006). Utilización de Residuos Forestales. [On line]. [Noviembre, 2008]. Disponible en: http://www.gestiopolis.com/canales7/ger/utilizacion-de-residuos-forestales.htm

29. Rodríguez, M. (2007). Impacto del uso de las fuentes renovables de energía en el desarrollo social campesino. [On line]. [Octubre, 2008]. Disponible en: http://www. revistafuturos. info/raw_text/raw_futuro19/ener_des_soc.pdf.

30. Ruiz, G. (2008). Degradación Ambiental Afecta a Personas Pobres y Daña su Salud. [On line]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/StylesValero1.pdf

31. Técnico en Forestación y Conservación del Medio Ambiente. (2003). Tomo II. Vol. 2. Madrid-España. Editorial Cultural S.A. pag 425-426

32. Terram Publicaciones (2001). Informe de Recursos 2000. Santiago, Chile. Consultado en: [On line]. [Enero, 2009]. Disponible en: http://www.terram.cl/nuevo/images/storiesinformerecursos2000.pdf.

33. Valdez, R. (2008). Análisis de los principales aspectos que inciden sobre la comercialización de la madera aserrada. Tesis Opción al Grado de Doctor en Ciencias. Pinar del Río. Cuba

34. Valero, W., Reyes E., León W., Garay D., (2002). Relación entre anatomía y propiedades físico-mecánicas de la especie *Tectona granáis* proveniente de los llanos occidentales de Venezuela. Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. [On line]. [Diciembre, 2008], Disponible en: http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/StylesValero1.pdf

35. Vallejo, M., Jauregui-Renaud, K., Hermosillo, A., Márquez, M., Cárdenas, M. (2003). "Efectos de la contaminación atmosférica en la salud y su importancia en la Ciudad de México" Gaceta Médica de México. Volumen 139, No. 1. Enero - Febrero/2003. [On line]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2003/gm031h.pdf

36. Vargas, M. (2005). La Contaminación Ambienta! como Factor Determinante de la Salud. Rev. Esp. Salud Pública vol. 79 No. 2. Madrid. [On line]. [Enero, 2009]. Disponible en:http://www.scie!osp.org/scielo.php?pid=S1135-57272005000200001&script=sci_arttext&tlng=en

37. Velásquez, B. (2006). Situación de los sistemas de aprovechamiento de los residuos forestales para su utilización energética. [On line]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/402.pdf

38. Vilches, A. y Gil, D (2003). Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia. Actas Vil Jornada de la Curie. Universidad de Valencia. [On line]. [Enero, 2009]. Disponible en: http://www. curiedigital.net/educacio-energetica/Construyamos-un-futuro-sostenible-Dialogos-de-supervivencia.doc

39. Yarto, M., Ize, I., Gavilán, A., (2003). El Universo de las Sustancias Químicas Peligrosas y su regulación para un manejo adecuado. Gaceta Ecológica. Octubre/Diciembre. Número 069. Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México, pp 56-67. [On line]. [Diciembre, 2008]. Disponible en: http://redalyc. uaemex.mx/redalyc/pdf/539/53906904. pdf

40. Zúñigal, R. (2005). Fogones eficientes de aserrín. (On line). (Julio, 2008). Disponible en: http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia35/HTMUarticulo01.htm

t

Anexo 1.- Encuesta para ia determinación de las Afectaciones provocadas por el Aserrín en las Poblaciones Cercanas al Aserradero "Virgen Del Cisne"

FECHA:_____

ENCUESTADOR: _____

La presente encuesta responde a la necesidad de conocer la incidencia del aserrín en su sector, como parte de un trabajo de tesis de un estudiante de la Universidad Estatal Amazónica. Agradecemos su aceptación y sinceridad en las respuestas. En cada caso, marque con una X la respuesta que considere.

1. De las siguientes enfermedades, marque todas las que considera se presentan con mayor frecuencia en su sector:

   a) Enfermedades Vírales (gripe) ( )
   b) Enfermedades Broncorespiartorios (tos) ( )
   c) Enfermedades Cutáneos (alergias) ( )
   d) Enfermedades Estomacales ( )
   e) Otras.
   {) ¿Cuáles? _____

2. ¿Qué nivel de incidencia considera que tiene el aserrín en e! sector para la ocurrencia de enfermedades?

   Alto {) Medio ( ) Bajo {) Ninguno ( )

3. ¿Considera que la acumulación del aserrín en el aserradero Virgen del Cisne afecta de alguna manera la situación medio ambiental del sector?

   SI ( ) NO( )

De marcar SI, marque con una X a cuales de estos medios usted considere.

Contaminación del estero ( )
Contaminación del aire ( )
Contaminación del suelo ( )

4. ¿Conoce los diferentes subproductos que se realizan a partir del aprovechamiento del aserrín?

Ingeniería Ambiental **Autor:**
Javier Sucoshañay V.

si ( ) NO( )

De marcar SI, marque con una X a cuales de estos productos usted considere.

Alimento animal	{
Combustible	(
Abono	(
Fogones para la cocción	(
Construcción de tableros.	(
Elementos de construcciones	(

5. ¿Considera que la implementación de tecnologías apropiadas para el tratamiento del aserrín podría beneficiar ambientalmente en la reducción y disposición de este residuo?

SI ( ) NO( )

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 2: Resultados de la Encuesta.

Tabla 3.1.- Resultados de la Encuesta aplicada a Moradores del AOE

PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS		
Tamaño de Muestra: 15 (71,43%)		
Pregunta 1: Enfermedades que se presentan con mayor frecuencia en el Sector.		
Variantes	**No. Respuestas**	**Porcentaje (%)**
E. Virales (Gripe) E. Broncorespiratorias (Tos) E. Cutáneas (Alergias) E. Estomacales Otras	**13** **5** **1 1** **0**	**65** **25** **5** **5 0**
Total	**20**	**100**
Pregunta 2: Nivel de incidencia del Aserrín con la Ocurrencia de Enfermedades.		
Variantes	**No. Respuestas**	**Porcentaje** (%)
Alto Medio Bajo Ninguno	**0** **9** **3** **3**	0 60 20 20
Total	**15**	**100**
Pregunta 3: Afectaciones Medio Ambientales por la acumu en el Sector.		ación del Aserrín
Variantes	**No. Respuestas**	**Porcentaje (%)**
Si **No**	**14** **1**	93,3 **6,7**
Total	**15**	**100**
Pregunta 4: Conocimiento de los diferentes subproductos a partir del Aserrín.		
Variantes	**No. Respuestas**	**Porcentaje (%)**
Si **No**	**10** **5**	66,7 33,3
Total	**15**	**100**
Pregunta 5: Beneficio de la ¡mpíementación de Tecnologías para P+L para el aprovechamiento del residuo.		
Variantes	**No. Respuestas**	**Porcentaje (%)**
Si **No**	**13** **2**	86,7 **13,3**
Total	**15**	**100**

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Usos y tecnologías para reutilizar el aserrín

Los efectos del uso del aserrín pueden ser positivos o negativos, pero brindan mejores resultados positivos en plano económico y ambiental si se les da un uso adecuado. Entre los principales usos podemos mencionar:

Fuente de Energía (aglomerados, briquetas).
Uso en Fogones para la cocción de alimentos.
Construcción de tableros.
Alimento animal.
Elementos de pared para las construcciones.
Para la obtención de fuentes de energías alternativas (limpias).
Fertilizantes, mediante la producción de compost, entre otros.

Fogones eficientes de aserrín

Uno de los usos más comunes de la energía es la cocción de los alimentos, de los cuales depende la humanidad. En Cuba, esta actividad tiene gran importancia no sólo por las cocinas domésticas, sino por la cantidad de fogones existentes en comedores obreros, empresas y centros educacionales.

Además, por lo general se consumen alimentos que llevan mucho tiempo de cocción, como los frijoles y los asados de carne. También hay que tener en cuenta que una parte significativa de la población vive en zonas rurales.

Los fogones eficientes de aserrín y otros combustibles triturados han resultado de gran utilidad porque mejoran las condiciones de trabajo, ya que no es necesario cortar la leña, provocan poco desprendimiento de humo, el tiempo que dura la carga encendida sin tener que agregar nuevo combustible es suficiente para cocinar cualquier alimento y los trabajadores no se exponen al calor intenso (Zúñiga, 2005).

Pellets de Aserrín

Productos compactados con menos de 30 mm de diámetro son considerados convencionalmeníe pellets y con diámetros mayores, briquetas. La formación de briquetas, pellets, pacas, etc. se justifica no sólo por ia reducción del volumen de los combustibles, sino también por la transformación de sus propiedades.

En los últimos años se ha venido creando una conciencia cada vez mayor sobre el empleo de residuos de madera compactada en forma de briquetas, bolas o "tramos", como combustible doméstico o industria!.

La producción de bolas o pellets supone la reducción de los residuos de madera al tamaño de! aserrín, y luego se secan aproximadamente al 12 por ciento de contenido de humedad antes de su extrusión en molinos agrícolas especialmente adaptados para formar cilindros de unos 6 a 18 mm de diámetro y de 15 a 30 mm de largo, con una densidad del orden de 950 a 1 300 Kg/m^3. E! secado de *la* materia antes de *su* extrusión se suele realizar en secadoras de tambores giratorios, caldeadas por un 15 a 20 por ciento de la producción de bolas de una planta (González, 2005).

Ventajas de los Pellets de Aserrín.

- Mayor poder calorífico,
- Menor porcentaje de humedad,
- Menor porcentaje de cenizas,
- Rápido encendido, alta densidad,
- Menor lugar de stock, homogéneas,
- No deja humo ni olores,
- Fácil manipuleo,
- Son limpias,
- Disponibles todo el año,
- Fácil compra en supermercados,
- Embaladas para mejorar mantenimiento,
- Economía hasta 60%

Aglomerados

La Fundación Wikipedia, (2008), manifiesta que los aglomerados se constituyen a partir de pequeñas virutas encoladas a presión en una proporción de 90% virutas y 10% cola. Se fabrican de diferentes tipos en función del tamaño de sus partículas, de su distribución por todo el tablero, así como por el adhesivo empleado para su fabricación. Por lo general se emplean maderas blandas más que duras por facilidad de trabajar con ellas, ya que es más fácil prensar blando que duro.

Los aglomerados son materiales estables y de consistencia uniforme, tienen superficies totalmente lisas y resultan aptos como bases para enchapados. Existe una

amplia gama de estos tableros que van desde los de base de madera, papel ó laminados plásticos. La mayoría de los tableros aglomerados son relativamente frágiles y presentan menor resistencia a la tracción que los contrachapados debido a que los otros tienen capas superpuestas perpendicularmeníe de chapa que dan bastantes más aguante.

Estos tableros se ven afectados por el exceso de humedad, presentando dilatación en su grosor, dilatación que no se recupera con el secado. No obstante se fabrican modelos con alguna resistencia a condiciones de humedad.
Aunque de debe evitar el colocar tornillos por los cantos de este tipo de laminas, si fuese necesario, el diámetro de los tornillos no debe ser mayor a la cuarta parte del grosor del tablero, para evitar agrietamientos en el enchapado de las caras.

Además hay diferentes tipos de aglomerado:
Aglomerados de fibras orientadas: Material de tres capas fabricado a base en virutas de gran tamaño, colocadas en direcciones transversales, simulando el efecto estructural del contrachapado.

Aglomerado decorativo: Se fabrica con caras de madera seleccionada, laminados plásticos o melamínicos. Para darle acabado a los cantos de estas láminas se comercializan cubrecantos que vienen con el mismo acabado de las caras.

Aglomerado de densidad graduada: Actúa bajo el mismo principio que la de tres capas, pero la diferencia es que la transición entre estas se da de manera gradual.

Aglomerado de tres capas: Tiene una placa núcleo formada por partículas grandes que van dispuestas entre dos capas de partículas más finas de alta densidad. Su superficie es más suave y recomendada para recibir pinturas.

Aglomerado de una capa: Se realiza a partir de partículas de tamaño semejante distribuidas de manera uniforme. Su superficie es relativamente basta. Es recomendable para enchapar pero no para pintar directamente sobre él.

Tableros de Patículas:

Chan et al., (2004), plantea que los tableros estructurales que se fabrican con partículas de madera son productos poco conocidos y se usan en aplicaciones

estructurales de la madera. Estos tableros se fabrican con partículas de madera como son el aserrín, las hojuelas, astillas y virutas, las cuales de combinan con resinan sintéticas u otro tipo de adhesivo; la mezcla formada se coloca entre planchas (moldes) a temperaturas altas para prensarlas y aumentar la densidad del producto-Las temperaturas altas en el prensado sirven para acelerar el endurecimiento de los adhesivos. Las partículas se pueden colocar de cierta manera con el fin de darle alguna orientación a ias propiedades de resistencia de los tableros.

El objetivo de la fabricación de estos tableros es lograr un producto a base de pequeñas partículas unidas con un adhesivo, que tenga características físicas semejantes o superiores a las piezas de madera maciza y tableros contrachapados, aunque no de igual densidad, hechos de la misma especie. Sin embargo, los tableros con igual densidad que la madera que provienen sus partículas tienen una resistencia mecánica menor que la de la madera, pero cuenta con características similares en todos los otros aspectos.

Productos Lignocelulósicos

Álvarez, (2000), plantea que un suplemento idóneo para la alimentación animal es el aserrín de pino y eucalipto. Una masa sacarificada de aserrín de pino y eucalipto como suplemento para la alimentación animal se produce transformando por hidrólisis el complejo lignocelulósico. Para el tratamiento de prehidrólisis se mezcla el aserrín (de Pinus caribaea var. caribaea y Eucalyptus saligna) con agua en proporción 1:3 y se adiciona el catalizador - superfosfato de calcio en estado sólido- en cantidad suficiente para que su concentración alcance el 4 por ciento. La mezcla se introduce en el autoclave para comprobar la reacción de prehidrólisis y se calienta en baño de glicerina bajo los regímenes de temperatura y tiempo previamente establecidos.

El producto resultante es lignocelulosa enriquecida en azúcares (mono y oligosacáridos); es una masa suave de color pardo que conserva el aspecto del material inicial y tiene olor agradable. Sus propiedades son aceptables para su uso como suplemento de alimentación animal; por ejemplo, cumple las normas rusas de calidad para suplementos de alimentación de hidratos de carbono de origen vegetal.

Martina et al, (2005), plantea que el aprovechamiento de los residuos de madera mejora las condiciones ambientales y de seguridad y se convertiría en una solución ecológica para los aserraderos donde es un problema su eliminación. El gas producido (metano) es limpio y claro y sustituye al gas envasado, que muchas veces debe ser traído de grandes distancias a altos precios. Debe mencionarse también el beneficio cultural y social que significa que gente de bajos recursos y que vive en lugares alejados, tenga la posibilidad de producir su propia energía, cuidar su ambiente, reciclar sus residuos y obtener así un progreso material y socialmente ecológico.

Como inconveniente, debe mencionarse que las sustancias con alto contenido de lignina como la madera no son directamente aprovechables y por lo tanto deben someterse a tratamientos de deslignificación previos (cortado, macerado, compostado) a fin de liberar las sustancias factibles de ser transformadas de las incrustaciones de lignina. Esto significa que a la madera debe hacérsele un pequeño tratamiento antes de cargarla al digestor, pero esta operación es relativamente sencilla y de bajo costo.

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 (Álvarez, 1999).