



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA
AMBIENTAL

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRITURADOR PARA EL
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE LA
PARROQUIA TENA-PROVINCIA NAPO EN EL 2014.”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

Presentado por:

KATERINE YESSENIA CIFUENTES CAIZA
HUGO MARCELO VEGA ANDRADE

Riobamba – Ecuador

2014

AGRADECIMIENTO

Primeramente a ti Dios por bendecirnos durante todo este camino, para llegar hasta donde hemos llegado, porque hiciste realidad nuestro sueño anhelado.

A nuestros padres, por el sacrificio que hicieron día a día para asegurarme un mejor futuro, darnos fuerza para superar obstáculos y por la libertad que nos han dado toda la vida. Gracias por la confianza que nos tenido.

Nuestro sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias especialmente a la Escuela de Ciencias Químicas por formarnos como personas y futuros profesionales.

A los docentes en particular al Dr. Fausto Yaulema, Dr. Iván Ramos y la Dra. Nancy Veloz, que guiándonos con sus conocimientos y paciencia han colaborado y apoyado con la investigación y desarrollo de este trabajo.

Al Municipio De Tena, Departamento de Saneamiento Ambiental y al Centro de Faenamiento Tena, por haber apoyado y dado facilidades necesarias para el desarrollo de la presente investigación.

DEDICATORIA

*A mis padres y hermana
Que gracias a su diario e incondicional esfuerzo,
con su afán y sacrificio desde mis tempranas
edades hicieron posible el término de mi etapa
estudiantil; guiándome siempre con su compañía,
sus consejos y sabiduría.*

Marcelo Vega A.

DEDICATORIA

*Al cumplir una de mis metas más importantes en
mi vida profesional, es importante dejar plegado
un agradecimiento ante todos empezando por
Dios nuestro señor y creador por tenerme con
salud y vida, y así permitirme llegar a cumplir
cada una de mis metas que me las he propuesto
en ayuda y compañía incondicional de mi familia.*

*A mi madre una mujer que me faltaría palabras
para describir su invaluable esfuerzo sacrificio y
amor incondicional que me ha sabido dar y guiar
con firmeza por el buen camino de la vida durante
toda niñez infancia y juventud y sé que lo seguiré
haciendo y de la misma forma lo seguiré
recibiendo.*

*A mis hermanas y hermano, su apoyo moral y
compañía diaria es un sentimiento que me llena
de alegría tenerlas a mi lado y deseándoles el
mejor existo en su vida diaria así como lo han
hecho hacía conmigo.*

Katerine Cifuentes C.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TRITURADOR PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE LA PARROQUIA TENA PROVINCIA DEL NAPO EN EL AÑO 2014.”, de responsabilidad de las Sres. Egresados Katerine Yessenia Cifuentes Caiza y Hugo Marcelo Vega Andrade ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. César Ávalos

**DECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS**

Dra. Nancy Veloz

**DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE CIENCIAS QUÍMICAS**

Dr. Fausto Yaulema

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Iván Ramos

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

COORDINADOR SISIB-ESPOCH

Ing. Eduardo Tenelanda

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, Katerine Yessenia Cifuentes Caiza soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Katerine Yessenia Cifuentes Caiza

Yo, Hugo Marcelo Vega Andrade soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Hugo Marcelo Vega Andrade

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
SUMMARY	2
ANTECEDENTES	4
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS	7
GENERAL.....	7
ESPECÍFICOS.....	7
CAPITULO I	8
1 MARCO TEORICO.....	8
CAPITULO II	43
2 PARTE EXPERIMENTAL.....	43
2.2 Metodología	44
2.3 Métodos y Técnicas	44
CAPITULO III	52
3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.1 Cálculos y Resultados.....	52
CAPITULO IV	68
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
4.1 Conclusiones	68
4.2 Recomendaciones	69
CAPITULO V	70
5 BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS	70
5.1 Bibliografía	70
5.2 Anexos.....	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.-Elementos básicos de la composta.....	29
Tabla 2.-Indicadores de composta	32
Tabla 3.-Porcentaje de residuos encontrados por sectores	53
Tabla 4.-Producción de los residuos de la parroquia tena 2013.....	53
Tabla 5.-Producción de los residuos de la parroquia tena en el 2013.....	54
Tabla 6.-Patos de la composición porcentual de los residuos sólidos.....	54
Tabla 7.-Composición porcentual de los residuos sólidos.....	55
Tabla 8.-Residuos caracterizados	55
Tabla 9.-Material de construcción del prototipo de triturador.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.-Productos que se compran a diario.....	9
Figura 2.-Espacios ocupados por residuos	9
Figura 3.-Contaminantes del sistema respiratorio	12
Figura 4.-Infección por heces.....	13
Figura 5.-Composición de residuos sólidos.....	15
Figura 6.-Recolección de residuos	16
Figura 7.-Recolección de residuos sólidos (toneladas)	17
Figura 8.-Residuos sólidos tratados comunes y peligrosos	17
Figura 9.-Elementos no biodegradables	18
Figura 10.-Origen del compostaje	19
Figura 11.-Las 3 r.....	20
Figura 12.-Compostaje producto final	23
Figura 13.-Compost casero	26
Figura 14.-Fabricación de la compostera	31
Figura 15.-Compostera terminada.....	33
Figura 16.-Medición humedad en la composta.....	36
Figura 17.-Introducción de organismos en la composta	37
Figura 18.-Triturador manual.....	40
Figura 19.-Picadora con sistema de tornillo sin fin	41

Figura 20.-Picadora con sistema de disco y martillos	42
Figura 21.-Picadora con sistema de rodillo	42
Figura 22.-Compostaje en montones o pilas	46
Figura 23.-Cubierta del área de compostaje	47
Figura 24.-Eje de transmisión.....	58
Figura 25.-Polea de aluminio.....	59
Figura 26.-Conjunto cuchillas y martillos	60
Figura 27.-Área de ingreso.....	61
Figura 28.-Cuchilla	63
Figura 29.-Porta cuchillas acopladas	64
Figura 30.-Martillo	64
Figura 31.-Porta cuchillas y martillos.....	65
Figura 32.-Tolva de ingreso.....	65
Figura 33.-Tolva de salida	66
Figura 34.-Estructura externa del prototipo	66
Figura 35.-Soporte del prototipo.....	66
Figura 36.- Diseño del prototipo completo.....	67

LISTA ANEXOS

Anexo a.-Clasificación y aplicación de los aceros	73
Anexo b.-Aceros para herramienta.....	74
Anexo c.-Constantes elásticas físicas de materiales.....	75
Anexo d.-Propiedades de materiales para herramientas existentes	76
Anexo e.-Tabla para la rosca americana unificada, pasó normal y paso fino.	77
Anexo f.-Selección de bandas.....	78
Anexo g.-Experiencias de compostaje en ecuador	79
Anexo h.-Plano del prototipo	80
Anexo i.-Análisis del laboratorio	81
Anexo j.-Carta de satisfacción de la institución auspiciante	82
Anexo k.-Carta de satisfacción del proyecto presentado	83
Anexo l.- Fotografías	84

INDICE DE ABREVIATURAS

P	Potencia de la Maquina.
P_{eje}	Potencia del Eje Principal.
C_{μ}	Coeficiente de pérdida.
Ri	Reducción de Velocidad.
N	Revoluciones por Minuto rpm.
(P_{tc})	Potencia transferible por correas.
N1	Revoluciones del motor de entrada.
N2	Revoluciones del motor de salida (rpm de la polea conducida).
N	Número de Bandas.
V_m	Velocidad del Motor.
D1	Diámetro 1.
D2	Diámetro 2.
k	Constante.
cv	Caballos de Vapor.
σ	Esfuerzo a la Torsión.
A1	Área de Entrada.
° C	Grados Centígrados.
g	Gramos.
Kg	Kilogramos.
cm	Centímetros.
m	Metros.
pH	Potencial de Hidrogeno.
% M.O	Porcentaje de materia Orgánica.
P	Fosforo.
K	Potasio.
CaO	Oxido de Calcio.
C/N	Relación Carbono – Nitrógeno.
% H	Porcentaje de Humedad.

RESUMEN

El diseño y construcción del prototipo de triturador para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos de la parroquia de Tena; fue creado para disminuir el tamaño de la partícula y reducir el tiempo de producción de compost. El trabajo fue efectuado para el Gobierno Autónomo Descentralizado de Tena, Provincia de Napo.

Los principales elementos que componen el prototipo son: sistema de trituración, tolvas de alimentación y descarga, sistema de transmisión de potencia y sistema eléctrico; para la construcción se utilizó hierro forjado al 0,10% de carbono, acero de transmisión, láminas de fundición gris con grafito y poleas aluminio.

En la parroquia se obtuvo un promedio mensual de 42.5 ton/ mes de residuos urbanos de los cuales se ha determinado que el 59.46% son orgánicos (25.26 ton/mes), el valor aproximado diaria es de 0,842 ton (18,5 quintales/día) de estos 13 quintales son del Mercado Sur y el Central siendo esta nuestra fuente principal de abastecimiento de residuos sólidos orgánicos.

El diseño del prototipo se dimensionó con la capacidad máxima de 18 quintales/día, con una carga a su tolva manual de un aproximado de 30 libras. Se trituró 13 quintales en una hora y treinta minutos dando como resultado partículas con un tamaño apropiado de 5 y 10 mm, minimizó olores los cuales se producen en la descomposición de la materia orgánica, la principal diferencia se destacó en el tiempo de producción de compost hacer aprovechado por el método convencional tardó 18 semanas y al ser procesados con el prototipo se obtuvo en 6 semanas. La técnica que se implementó fue Compostaje en pilas de volteo. El funcionamiento del prototipo de triturador es del 98%. El proceso es factible para aplicarlo de manera mecanizada y se recomienda se construya dicho prototipo a escala industrial; aprovechando el total de los desechos orgánicos recolectados por el GAD de Tena.

SUMMARY

The design and construction of the crushing prototype for the improvement of the organic solid remains of the town of Tena, was creating to decrease the size of the particles and reduce the time of production of the compost. The job was created for the Autonomous Decentralized Government of Tena (GAD), Napo province.

For the design of the prototype, we determined the forces that we found in the submission, being the most important on the system the centrifugal force. The principal elements that we have in the prototype are: Crush System, Nourishment and Unloading Hopper, Transmission Power System and the Electrical System, to build the machine we use wrought iron with 0,10% of carbon, Transmission Steel, Melting Gray Sheet with graphite and aluminum pulleys. The prototype has an electric engine of 5HP with 1750rpm and the engine transmits to its axle 1174rpm with a power of 7HP.

In the town we obtain an average in the month of 42.5 tons/month of urban remains and we determined that the 59.46% are organics (25.26 tons/month), the close value in a day is 0.842 tons (18.5 sacks/day), of this 13 sacks are from the South and Central Market being this our principal source of supply of solid organic remains.

The design of this prototype is standing with the maximum capacity of 18 sacks/day with a charge in its manual hopper with a close value of 30 pounds. We crush 13 sacks in one hour in its manual hopper giving like a result particles with a suitable size of 5 and 10mm, that reduce the smells, the same that produce in the breakdown of the organic matter, the principal difference it's to stand in the time of production of the compost, to improve with the conventional method delay 18 weeks to be processed with the prototype we obtain the same but in 6 weeks. The technique that we use was the compost with the battery of swing. The operation of the crushing prototype is of the 98%. The process is feasible to apply in the mechanized way and we recommend building that prototype in industrial scale, to improve the whole organic remains that the GAD Tena recollects.

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos han ocasionado impactos ambientales negativos por su disposición inadecuada y porque cada vez son más, asunto asociado al incremento de la población humana, a los procesos de transformación industrial (globalización), y a los hábitos de consumo de los individuos.

En la actualidad se ha tratado de buscar solución a éste problema, implementado la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS), de la cual hace parte una integralidad de procesos que van desde: separación en la fuente (orgánico, reciclaje e inservible), hasta la transformación de los que permiten éste proceso o a la disposición final de los que no se pueden reciclar.

A partir de la separación en la fuente se han buscado usos alternativos benéficos para el entorno, como es el proceso de reciclaje para la transformación de los residuos sólidos orgánicos nuevamente en materia prima.

El proceso de compostaje de los residuos orgánicos como biofertilizantes y acondicionadores de suelos, la producción de gas, humus, los biocombustibles, entre otros, son técnicas mediante las cuales se puede aprovechar éste tipo de residuos.

Una de las técnicas más usadas en Ecuador para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos es el compostaje el cuál se define como descomposición de residuos orgánicos por la acción microbiana, cambiando la estructura molecular de los mismos. De acuerdo al tiempo de degradación, se da el grado de madurez al realizar biotransformación o degradación parcial (descomposición de un compuesto orgánico en otro similar) y mineralización o degradación completa, cuando todas las moléculas de dióxido de carbono se descomponen en su totalidad. Estos residuos inorgánicos inertes o minerales se incorporan a la estructura del suelo, de los microorganismos y de las plantas causando beneficios ambientales, sociales, económicos y de salubridad al entorno. Esta alternativa es la más usada debido a que permite tratar cantidades altas de residuos, siendo el caso de la generación de los residuos sólidos urbanos.

ANTECEDENTES

El municipio de Tena– Napo está interesado en la aplicación de proyectos pilotos para el manejo de Desechos Sólidos Biodegradables ya que no existen en la actualidad, la parroquia produce 40 toneladas por día, en los cuales el 40% es desechos inorgánicos y el 60% son orgánicos, con una población de 23.307 habitantes y una tasa de crecimiento de 3,72 % según CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA CPV-2010, la misma que se encuentra distribuida en siete zonas, los datos son obtenidos del GAD de Tena.

Se tiene conocimiento que en el 1995 el municipio de Tena emprendió un trabajo de Clasificación domiciliaria de los desechos biodegradables, después compostaje en lechos de hormigón, con los desechos orgánicos producidos por la población en lechos con un capacidad total de 18.7 m³ los problemas encontrados se dieron por la putrefacción anaeróbica por causa del clima, problemas financieros para la continuación, mala clasificación domiciliaria.

En el Ecuador ya se está trabajando en la utilización de los residuos orgánicos transformarlos a compostaje siendo esta una solución viable para la restauración de áreas verdes, jardines entre otros de las ciudades donde las municipalidades y sectores agrícolas son las más interesadas existen proyectos donde el sistema de disminución de las partículas para acelerar el proceso es aplicado teniendo éxito en el desarrollo de un resultados y producto de calidad.

JUSTIFICACIÓN

La cantidad de basura producida en la actualidad por la población de Tena es de 0,63kg por persona por día (BEDE 2005), por 30.000 habitantes, significa un total de 18,9 toneladas de basura por día. Aproximadamente 60% están compuestos de materia orgánica.

“La ciudad de Tena genera diariamente 40 Ton/día y se recolectan 30 Ton/día, aproximadamente 80% de volumen generado.” (Según el estudio zonificación del 2007, la recolección se realiza sin clasificación en orgánico e inorgánico. Una iniciativa de clasificación en algunos barrios, empezado en junio 2007); es por esto que con el aprovechamiento de los mismos se disminuirá en gran medida la presión sobre el medio ambiente como soporte de actividades antrópicas; se reincorporarán los nutrientes al ciclo de fertilización del suelo y se frenará el uso de agroquímicos. Solo apuntando a una eficiente gestión integral de residuos sólidos desde la presentación hasta la disposición final, se implementarán los instrumentos de manejo basados en principios de eficiencia, eficacia y efectividad que generen una sostenibilidad ambiental a partir de una relación costo-beneficio óptimo. El estudio de la relación de los procesos adecuados para la transformación de los residuos orgánicos se convierte en el factor primordial para crear los escenarios que determinen la viabilidad técnica, económica y ambiental asociada al tema.

Este aprovechamiento conduce de manera directa a la disminución de impactos ambientales y sociales generados, en especial, en el componente de disposición final, lo cual es competencia de la gestión ambiental.

Se pretende consolidar y sistematizar la información existente para hacer un análisis reflexivo en torno al aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos

urbanos que sirva de insumo en la formulación de lineamientos y directrices para los entes reguladores.

Es por demás conocida la evidente degradación ambiental de nuestro país y del mundo entero, siendo la generación indiscriminada de los residuos el factor detonante y dentro del cual la falta de un correcto Manejo de Residuos, que sirva de instrumento para que este se viabilice. Lo cual es un imperativo de toda la humanidad, gobiernos, religiones, grupos sociales de toda índole el emprender acciones concretas para la mejora de nuestro ambiente, siendo ésta, una responsabilidad de todos.

El Municipio del Cantón Tena viendo la necesidad de mitigar los impactos ambientales producidos por el mal manejo de los residuos sólidos orgánicos se encuentra en la búsqueda de nuevas alternativas, para disminuir la contaminación ambiental causada por estos, es por eso que el diseño de un triturador piloto para el Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos, cuenta con el apoyo de éste municipio para iniciar la mitigación de éste problema y se desea crear conciencia ambiental en la ciudadanía.

Además es prioridad del Municipio de Tena la realización de este proyecto, ya que se encuentra direccionado para operarse en el Relleno Sanitario de la Ciudad, el mismo que se manejara con el enfoque de producción de compostaje, siendo este un producto aprovechado por la microempresas de Guayasas ubicadas en la ciudad, estas microempresas en la actualidad compran el compostaje a provincias vecinas a 750 dólares americanos la volqueta. De esta manera se busca que el municipio de Tena aporte al desarrollo de estos negocios, brindándoles una alternativa para adquirir esta materia indispensable para su crecimiento económico y productivo.

OBJETIVOS

GENERAL

- Implementar un prototipo de triturador para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos de la parroquia Tena Provincia de Napo en el año 2014.

ESPECÍFICOS

- Determinar la cantidad de residuos sólidos orgánicos generados en la parroquia Tena Provincia de Napo.
- Diseñar un modelo de triturador para aprovechar los residuos sólidos producidos en la Parroquia Tena Provincia de Napo.
- Construir un prototipo de triturador para residuos sólidos orgánicos de la Parroquia Tena Provincia de Napo.
- Instalar el prototipo de triturador de residuos sólidos orgánicos en el Centro de Faenamiento Tena de la Parroquia Tena Provincia de Napo.

CAPITULO I

1 MARCO TEORICO

Introducción:

En el presente capítulo mostraremos la existente falta de una cultura ecológica y ambiental y sus consecuencias, cientos de toneladas de residuos denominados basura son arrojadas diariamente a los rellenos sanitarios, conllevando a causar riesgos a la salud humana y daños irreversibles a la naturaleza. Además mencionaremos técnicas para disminuir este desequilibrio usando los desechos orgánicos para la producción de abono o compostaje el cual detallaremos su proceso.

Generalidades en la producción de compostaje

La sociedad, en su diario vivir busca un bienestar y la manera se satisfacer sus necesidades para su desarrollo y comodidad, para lo cual necesita de la obligada apropiación de los recursos naturales pero de manera adecuada; para de esta forma transformar esos recursos en bienes y servicios, sin olvidarnos que para el desarrollo de los procesos de transformación y utilización se generan remanentes que ya no son utilizados los mismos que pasan directamente a ser residuos.

Es de vital importancia mencionar que en la actualidad las personas vivimos en una sociedad llena de consumo; donde las comunidades que la integramos, generamos gran cantidad de residuos; los cuales en un determinado tiempo se van convirtiendo en un grave problema para el medio ambiente. Por último podemos decir que como seres humanos nos encontramos envueltos en una cultura de usar y botar, donde prima la idea de crear un producto para usarlo una sola vez para enseguida cambiarlo por uno nuevo que cumplirá su misma función



Figura 1.-Productos que se compran a diario

El buen manejo de residuos orgánicos es decir los desechos provenientes de la vida cotidiana de una ciudad, puede llegar a convertirse en un ingreso económico para la sociedad. Lo idóneo, podría ser que la basura; específicamente la orgánica sea aprovechada de una u otra forma, que dicho apunta a una solución integral en la que el concepto de basura desaparezca.



Figura 2.-Espacios ocupados por Residuos

Residuos sólidos urbanos

La noción de residuos sólidos urbanos se utiliza para nombrar a aquellos que se generan en los núcleos urbanos y sus zonas de influencia. Los domicilios

particulares tales como las casas, apartamentos además las oficinas y las tiendas son algunos de los productores de residuos sólidos urbanos, en ellos se pueden algunos residuos de acuerdo a donde se generan. *(Rodríguez, ed 2006)*.

Residuos generados en la casa habitación.- Que son el resultado de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques. Los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos. Siempre que no sean considerados por esta ley como residuos de otra índole.

De la misma manera tomando el diccionario de la ecología se encuentran la definición siguiente para los residuos sólidos urbanos. *(Godoy, 2005)*.

Comúnmente conocido como “basura”.- Son todos aquellos materiales provenientes de su actividad y que el hombre en su vida cotidiana desecha diariamente. Además, no reúne características infecciosas, radiactivas, explosivas y/o corrosivas. Estos residuos se originan en los hogares, ámbitos laborales, restaurantes, edificios administrativos, hoteles, industrias, etc. Son restos de comida, papel y cartón, botellas, embalajes de diversos tipos por nombrar algunos. Son los residuos domiciliarios. No obstante ello, existen establecimientos industriales que producen residuos de este tipo.

Según las estadísticas, Ecuador en un contexto mundial no queda fuera de ser un país que tiene el problema del tratamiento de residuos. Así cada año que pasa; los niveles de residuos generados por cada familia o individuo se ha venido incrementando de forma acelerada lo cual resulta muy notorio ante los ojos de la humanidad, lo que nos hace caer en cuenta y a concientizarnos con respecto a una cultura de responsabilidad ecológica.

De ahí surge la necesidad de buscar mecanismos, técnicas o métodos que sean una solución ante este problema serio de los residuos generados. Todos los desechos son desperdicios sobrantes de las actividades humanas, se clasifican de una manera muy general en gases, líquidos, y sólidos, no obstante por su origen se pueden clasificar en orgánicos y en inorgánicos (esta última clasificación es con la cual desarrollaremos el presente trabajo). (*Campos 2000*).

En los últimos años las naciones del mundo industrializado, han cuadruplicado su producción de desechos domésticos. Incrementándose esta cifra en 1% o 2% por año. El volumen de producción de desechos, es inversamente proporcional al nivel de desarrollo del país que se trate, diariamente se consumen y se tiran a la basura gran cantidad de productos de corta duración, desde los pañales de bebé hasta el periódico. (*Bermúdez, 2007*).

Aproximadamente los envases de los productos representan más del 40% de la basura doméstica, siendo nocivos para el medio ambiente y además encarecen el producto. Una vez puesta la tapa en el cesto de basura, la sociedad se olvida del problema. A partir de ahí, es asunto o problema de los municipios. Estos tienen varias posibilidades arrojar la basura en vertederos donde se ve la solución económica pero peligrosa; incinerarla, lo que resulta costosa pero también contaminante; y/o separarla en plantas de tratamiento para reciclar una parte y convertir en abono los residuos orgánicos. Esta última alternativa sería una solución ecológica, pero también conlleva un costo económico.

Efecto de los residuos en la salud humana

Es importante mencionar que los contaminantes generados durante la quema de basura, tienen grandes consecuencias sobre la salud humana sobre todo de aquellos de están más cerca de estos gases incluyendo plantas y animales y en

general sobre los ecosistemas. Los contaminantes en el aire, tienen un efecto negativo inmediato sobre los pulmones. Las partículas sólidas tienden a impregnarse en las paredes de la tráquea, bronquios y bronquiolos. La mayoría de estas partículas se eliminan de los pulmones mediante la acción de limpieza de los cilios pulmonares. (Vargas, 1999).

Sin embargo, las partículas sumamente pequeñas pueden alcanzar los alvéolos pulmonares, donde a menudo toma semanas, meses o incluso años para que el cuerpo las elimine. (Alfaro, 1999).

Los contaminantes gaseosos afectan a la función de los pulmones reducción de la acción de los cilios. Respirar aire contaminado disminuye la función de limpieza normal de los pulmones. Además, la basura atrae fauna nociva o vectores como; ratas, insectos, moscas y otros animales.

Algunos de estos animales transmiten enfermedades, contaminan el aire al desprender químicos tóxicos como el Bióxido de Carbón y otros polvos y olores de la basura durante su putrefacción. Además, los vertederos de basura cuando llueve, contribuyen a contaminar las aguas superficiales y subterráneas gracias a su lixiviación y arrastre de las escorrentías. (Vargas, 1999).

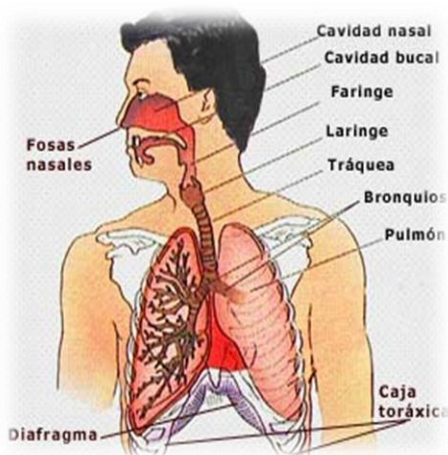


Figura 3.-Contaminantes del sistema respiratorio

La mayoría de los botaderos de basura se ubican en grandes terrenos y que tienen la particularidad de ser planos carecen de vegetación, lo que normalmente sucede, pero en nuestro caso favorablemente hay abundante vegetación que hace una barrera verde impidiendo la salida de olores. En tiempos de sequía, los vientos levantan una gran cantidad de polvo en el que es transportado, contaminando el agua de ríos, lagos, pozos, alimentos, poblaciones cercanas, etc. Entre la basura depositada en los tiraderos generalmente hay heces fecales de seres humanos y animales. Estos excrementos contienen microorganismos que los vientos arrastran y depositan en el agua y alimentos expuestos al aire libre y en general sobre las poblaciones cercanas. (Gutiérrez, 2000).

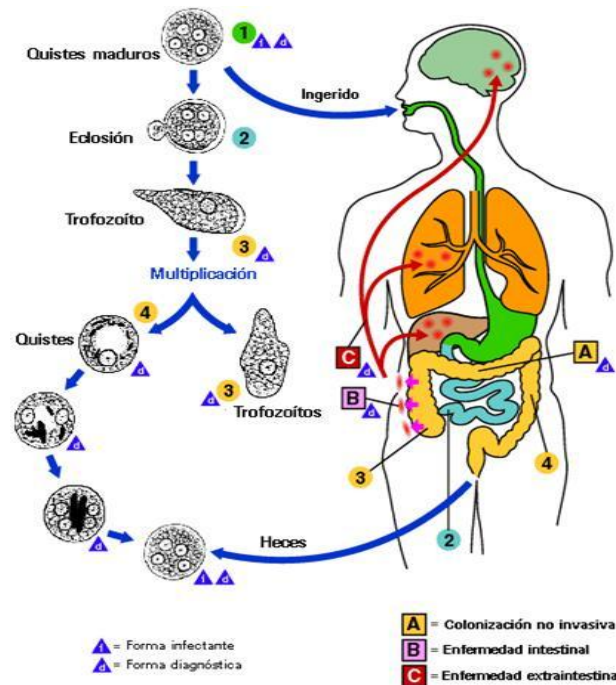


Figura 4.-Infección por heces

Somos conscientes de que la basura es causa de muchas enfermedades porque en ella se multiplican microbios y otras plagas como; moscas, cucarachas y ratas. También atrae perros y otros animales, que pueden transmitirlas.

La basura debe manejarse con cuidado y depositarse en lugares adecuados. Para así, evitar molestias y el aspecto desagradable, como malos olores, irritación de las vías respiratorias, irritación de los ojos, alteración de la función pulmonar, bronquitis crónica y aguda, riesgos de contraer cáncer de pulmón y un inherente aumento de la tasa de mortalidad. Son algunas de las enfermedades causadas por los microbios que se producen por la acumulación de basura. Sobre todo cuando entran en contacto con el agua de beber o los alimentos. Por lo que debe de manejarse adecuadamente y eliminarla sanitariamente. *(Kumar, ed 2005)*.

Los residuos al acumularse y no reincorporarse a la naturaleza en un corto o mediano plazo generan contaminación. La contaminación afecta al suelo, aire, ríos, lagos, mares, plantas animales y a las personas. *(Gutiérrez, 2002)*.

Los problemas de salud pública causados por la acumulación de los residuos a cielo abierto y sin un tratamiento adecuado son numerosos, sin mencionar las graves afectaciones al mismo medio ambiente. Esta forma de manejo de los desperdicios ha causado severos impactos al medio ambiente social y natural. Por lo que se han debido establecer regulaciones en torno a su manejo, en este caso son ordenanzas municipales basadas en las normas vigentes en nuestro país.

Composición de los residuos sólidos urbanos

Dentro de los residuos urbanos pueden englobarse un sinnúmero de materiales que deben conocerse en profundidad para gestionarlos correctamente. La evolución experimentada por la sociedad ha hecho que los residuos orgánicos, tradicionalmente la fracción mayoritaria, hayan dado paso a otros productos nuevos, especialmente procedentes de los envases y embalajes.

Los residuos sólidos que diariamente se generan en los hogares, son una mezcla heterogénea de productos, la evolución de la composición de los residuos urbanos

está íntimamente relacionada con el poder adquisitivo de cada colectividad. Cuanto más desarrollado sea un país, mayor es la tendencia a consumir los bienes elaborados reduciendo la fracción típicamente orgánica e incrementando las fracciones complementarias de vidrio, papel, cartón y plásticos.

Composición de residuos sólidos dependen básicamente de los siguientes aspectos:

- Actividad de la población.
- Nivel de vida de la población.
- Climatología general de la zona.

Hay iniciativas en las principales ciudades

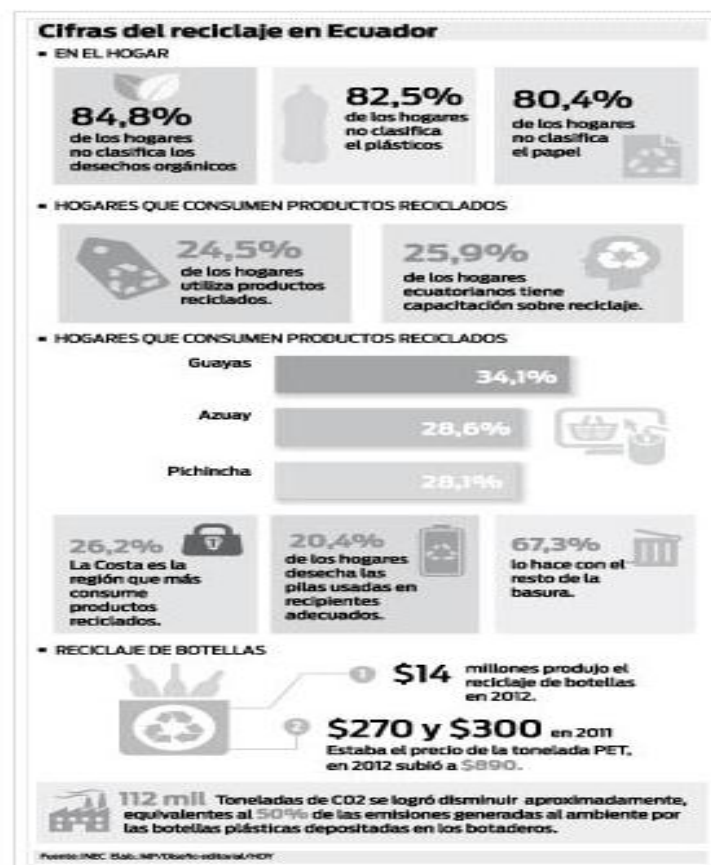


Figura 5.-Composición de residuos solidos

Según el Diario Hoy en una publicación del 17 de mayo del año pasado basados en los datos del INEC del último censo nacional, se supo un dato alarmante: un promedio del 83% de los hogares en el Ecuador no recicla los residuos que produce.

En la siguiente tabla se muestra una clara tendencia al aumento de la generación de residuo y en especial de tipo orgánico. Los municipios de la región insular y amazónica son los que más realizan recolección diferenciada de residuos, tal como lo muestra fig. 6.

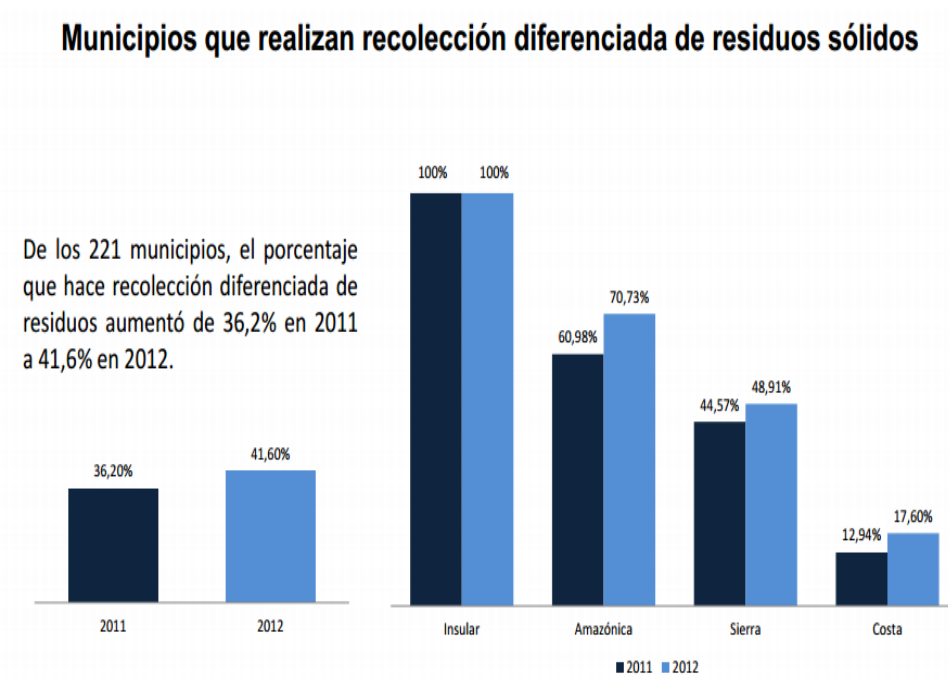


Figura 6.-Recolección de residuos

También el censo de información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales desde el 2010 hasta el 2012 INEC se puede apreciar la siguiente figura:

Toneladas de residuos sólidos recolectadas

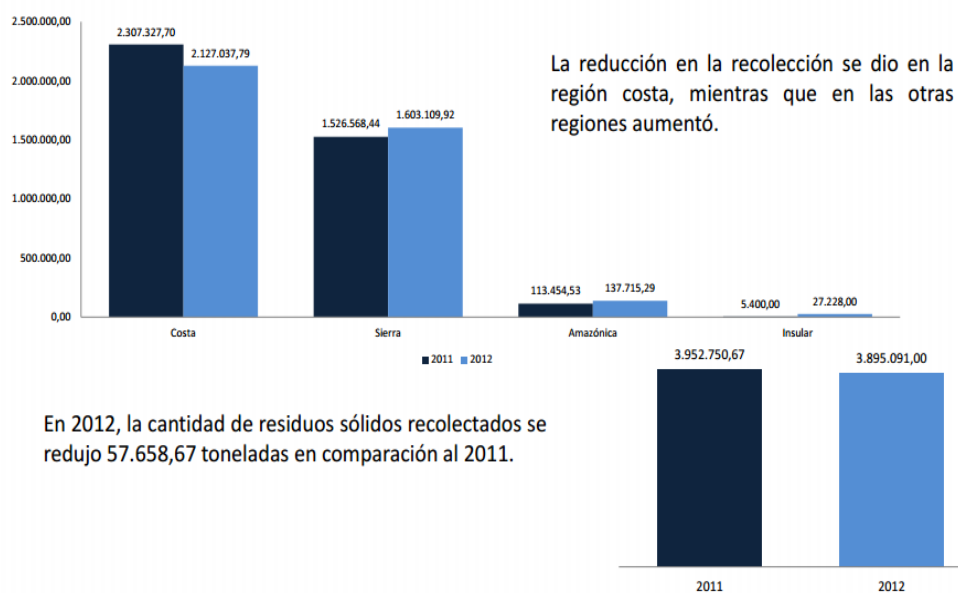
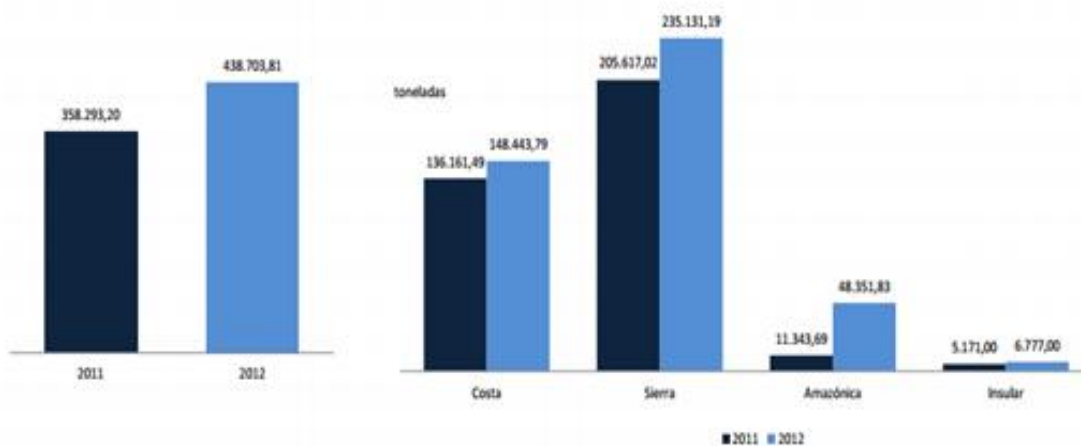


Figura 7.-Recolección de residuos sólidos (toneladas)

En el 2012, la cantidad de residuos tratados en el país aumentó 80.410,16 toneladas en comparación al 2011; en la figura 8 se muestra el aumento de los residuos tratados.

Toneladas de residuos sólidos tratados - *Comunes y *Peligrosos



*Residuos sólidos comunes: residuos principalmente domésticos. Se componen de materia orgánica e inorgánica y no representan mayor riesgo para la salud.

*Residuos peligrosos: son residuos contaminados por sustancias químicas, fluidos y agentes biológicos infecciosos. Representan grave peligro para la salud.

Figura 8.-Residuos sólidos tratados comunes y peligrosos

nueva incorporación a la naturaleza de una manera útil. Sin embargo, el problema con este tipo de residuos se presenta cuando su cantidad excede la capacidad de descomposición natural en un sitio determinado, como es el caso de los tiraderos no controlados. (Villa 2005).



Figura 10.- Origen del compostaje

Este tipo de basura se deriva de fuentes orgánicas; se generan de los restos de seres vivos, como plantas y animales. Algunos ejemplos, son; cáscaras de frutas y verduras, cascarones de huevo, restos de alimentos, huesos, papel y telas naturales como la seda, el lino y el algodón. Aquí cobran vital relevancia estos desechos, ya que será de ellos de los que se tratará con mayor profundidad, al ser la problemática de su uso en compostas familiares en torno a la cual gira este trabajo de investigación.

Políticas 3R

Las políticas 3R son un concepto que hace referencia a estrategias para el manejo de residuos no biodegradables. Estas buscan ser más sustentables con el medio ambiente y específicamente dar prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados. Se atribuye a Japón la creación de esta idea, que en 2002 introdujo la

política de las 3R para establecer una sociedad orientada al reciclaje. Llevando a cabo diferentes campañas entre organizaciones civiles y órganos gubernamentales, para difundir entre ciudadanos y empresas esta idea. (Tyler, ed 2007).

En junio de 2004, el Primer Ministro del Japón, Koizumi Junichiro, presentó la iniciativa 3R, que busca construir una sociedad orientada hacia el reciclaje. En abril de 2005 se llevó a cabo una asamblea de ministros en la que se discutió con Estados Unidos Alemania, Francia y otros 20 países la manera en que se puede implementar de manera internacional acciones relacionadas a las 3R. Las políticas 3R son con base en los siguientes ítems:



Figura 11.-Las 3 R

Reducir

En esta parte lo que se busca hacer con los residuos que producimos de forma inesperada o en casos en forma involuntaria es que sean disminuidos o eliminados, de esta manera en primer paso se presenta la reducción en la generación que a través del cambio en los patrones de fabricación y de consumo

de la satisfacción humana, bajar la cantidad de residuos producidos. Un buen ejemplo o algo que se puede hacer es consumir productos con empaques más pequeños o elaborados con materiales biodegradables o reciclables.

Reusar

El re uso se entendería por la segunda parte lo que consiste en volver a usar un residuo que para alguien más ya es parte de la basura; lo que se podría darle su uso original o para otro fin muy distinto para lo que fue creado, en ejemplo claro es usar las botellas de plástico o vidrio para usos caseros, o también para elaboración de artículos decorativos en salas, comedores o dormitorios.

Reciclar

El reciclaje es la tercera y última etapa en el proceso de las 3R; la definimos como la transformación de un residuo en uno nuevo, a diferencia del re uso, en el reciclaje se requieren de materiales, energía y trabajo para la transformación del residuo. Debido a que el costo ambiental del reciclaje es mayor que el re uso y el del re uso mayor que el de la reducción, técnica y económicamente se propone primero buscar la reducción, después el re uso y por último el reciclaje.

Como último paso los residuos que no pudieron ser evitados, reusados o reciclados deberán ser confinados y aislados del medio ambiente para que no se genere contaminación. En un manejo integrado de residuos, se busca aplicar las 3R y sólo después de ello se procederá a la disposición final. (Salinas, 2004).

Tratamiento biológico

El tratamiento biológico se enfoca básicamente en los residuos orgánicos como los alimentos y los residuos de jardín o residuos provenientes de mercados. La fracción orgánica varía significativamente entre zonas geográficas y estaciones del año. En la mayoría de los países industrializados la fracción orgánica representa 20% del total de los residuos generados, mientras que en países en vías de desarrollo llega a exceder el 50%. (Garrido, 1998).

El seleccionar los residuos orgánicos dentro de una estrategia integral tiene varios beneficios. El más importante consiste en la reducción de los volúmenes generados y la estabilización de los materiales. Además, se pueden transformar en un producto útil como la composta o en alimento para animales. Asimismo, se incrementa el valor de los otros residuos y se reduce la cantidad de biogás y lixiviado generado en los rellenos sanitarios.

Composta

La composta es una técnica utilizada, para degradar la basura orgánica, utilizada desde hace más de 400 años en China. Además, no requiere de químicos para la degradación de dicha materia. Los beneficios del uso de compost en su aplicación al suelo son múltiples en los aspectos físico, químico y microbiológico. Este uso adecuado del compost, contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciendo más porosos a los suelos compactos y mejorando su manejabilidad. (Garrido, 1998).

Debemos considerar la importancia de los abonos orgánicos ya que estimulan la diversidad y su actividad microbiana en el suelo. Lo que permite mejorar su estructura, la estabilidad de sus componentes su porosidad ayuda a la filtración

del agua y el crecimiento de las raíces contenidas en éste.



Figura 12.-Compostaje producto Final

Las bacterias y microorganismos en la composta degradan la basura orgánica, tal como, residuos vegetales, papel y residuos de jardín y de mercados principalmente, para convertirla en abono orgánico aprovechable, que es llamado también humus. A mayores temperaturas las bacterias trabajan a mayor velocidad. En el proceso, también intervienen hongos y pequeños insectos como actores principales. Con esta técnica, se reduce la necesidad de apilar toda la basura en los vertederos, que son fuentes importantes de dióxido de Carbón, el cual es clave en el efecto invernadero, por el contrario, se utiliza esa materia orgánica, para contribuir con la fertilidad de los suelos, cerrando así el ciclo ecológico natural. (Bueno, 2008).

La composta es uno de los mejores abonos orgánicos que se puede obtener en forma fácil y que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos. Es el resultado de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo como bacterias, hongos, lombrices, ácaros, insectos, etc. en presencia de aire principalmente presencia de Oxígeno. Este abono es un producto estable, sanitariamente neutro, con un contenido Carbono/Nitrógeno (C/N 10-15), PH neutro, al que se le llama humus. (Moreno 2008).

El compostaje tiene mucha aceptación ya que convierte los desperdicios orgánicos en un sustrato muy rico en nutrientes para el suelo además el manejo de los recursos naturales, el reciclaje y la lucha contra la contaminación están actualmente muy difundidos gracias a temas ecológicos y busca de mejores días para el ambiente.

Beneficios de la composta

Se pueden destacar beneficios como:

Los beneficios ambientales.- El hecho de prolongar la vida útil del sitio de disposición final reduce la presión para encontrar un nuevo sitio adecuado para disposición. Además de disminuir posibles fuentes de conflictos debido a intereses distintos en los usos futuros del suelo. Por otro lado, los residuos orgánicos, que poseen un alto grado de humedad son los principales generadores de lixiviados dentro de un relleno sanitario. El mezclado de residuos orgánicos húmedos con RP, (baterías, químicos) puede causar un lixiviado muy tóxico. Sin un tratamiento adecuado, difícilmente viable de aplicar con los montos de los presupuestos municipales, el lixiviado puede contaminar el manto freático o el suelo, con futuras consecuencias negativas en la salud y el medio ambiente. Finalmente, el compostaje permite aportar nutrientes y proporcionar estructura al suelo, mejorando sus características (calidad, permeabilidad, retención, etc.). Su utilización amortigua el peligro que supone para el suelo y el agua subterránea la aplicación abusiva de fertilizantes químicos de la agricultura convencional, absorbiendo los sobrantes, contiene una gran reserva de nutrientes que poco a poco entrega a las plantas. El contenido de materia orgánica del suelo, aumenta su estabilidad y así se evita la erosión y la desertificación. Uno de los más importantes es un hecho ya probado que la materia orgánica bien compostada

puede presentar propiedades fitosanitarias para determinadas enfermedades de las plantas. (Bueno, 2008).

Beneficios económicos.- Son provenientes de la recolección, el transporte y el manejo de los residuos. La mitad de los residuos generados en los domicilios son de tipo orgánico. Los ahorros en la recolección pueden ser importantes; en efecto, los camiones recolectores pueden incrementar su capacidad de recolección en una misma ruta. De igual forma, la vida útil del sitio de disposición final se puede prolongar en forma importante.

Beneficios sociales.- Al ser implementados estos programas de compostaje doméstico puede mejorar la imagen política de la municipalidad y de su administración. Ya que los problemas ambientales tienen una gran importancia desde la perspectiva pública. Asimismo, ofrece a la ciudadanía una oportunidad de participar en una actividad de protección ambiental, cuidado de su salud y el ornato de su ciudad.

Fabricación de composta

Existe una serie de especificaciones para hacer la composta a un nivel doméstico o a manera de un prototipo; lo cual requiere de un espacio, ya sea en un patio, jardín, balcón, azotea, terraza o huerto. El área requiere de un espacio, ya sea en un patio, jardín, balcón, azotea, terraza o huerto. El área necesaria varía según la cantidad de residuos biodegradables que se pretenda compostar; el espacio mínimo es de un metro cuadrado. (Rodríguez, ed 2007).



Figura 13.-Compost Casero

El acceso al lugar del compostaje debe ser fácil; un lugar donde sea ventilado sin muchos obstáculos que vencer. También es recomendable que el lugar elegido sea discreto y localizado a cierta distancia del hogar y de vecinos. Lo anterior con el fin de evitar problemas en los casos de un deficiente procesamiento de la composta, que genere malos olores o atraiga fauna indeseable. Lo cual puede ocurrir particularmente durante la etapa de aprendizaje del proceso. Con preferencia, el lugar adoptado debe ser protegido de los elementos naturales. En el caso de una excesiva exposición al sol o al viento puede secar la composta y, por otro lado, el viento y el frío pueden disminuir severamente la temperatura. Asimismo, la lluvia excesiva puede influir negativamente en el proceso de compostaje.

El compostaje puede realizarse principalmente de dos maneras: en pila o en compostadora. Esta última es un recipiente específicamente diseñado para elaborar composta dentro del cual se ponen los residuos orgánicos. La compostadora permite elaborar composta en cantidades moderadas dentro del hogar. El proceso en pilas es más recomendable para áreas rurales y para producir mayores cantidades, como es el caso nuestro donde estamos aplicando esta técnica.

Compostaje en Pilas

El compostaje en pilas es el sistema más antiguo y más fácil de realizarlo; después de haber separado todos los materiales no biodegradables de la basura biodegradable que llega al relleno, el material se coloca en pilas triangulares.

El tamaño de las pilas es muy importante para el proceso, no debe ser muy alto, y tampoco debe quedarse bajo un volumen mínimo. Para asegurar la proliferación de los microorganismos que realizan el compostaje, se necesita una "masa crítica" mínima de 50 - 100 kg de basura biodegradable. Con esa masa, ya se puede prender y mantener durante un tiempo suficiente la reacción exotérmica del proceso aeróbico que asegura las temperaturas necesarias para matar organismos perjudiciales que se encuentran en el material. Esta "masa crítica mínima" es especialmente importante para el compostaje individual. Las pilas de material biodegradable se deben cubrir con pasto, hojas de planta de banano o material similar para evitar el problema de olor y no atraer las moscas. Una vez por semana se deben mezclar las pilas para airear y homogenizar el material. La mezcla/ revuelta del material se puede hacer manualmente con palas. Se debe remover el material de cobertura para la mezcla.

Si se realiza el compostaje en la Amazonía, es importante tomar en consideración las condiciones climáticas ya que es una región de altas lluvias repentinas, se estima que la precipitación será demasiado alta para permitir un compostaje sin techo. Si se moja demasiado el material, pueden ocurrir condiciones anaeróbicas, lo que significa una putrefacción sin oxígeno. Bajo condiciones anaeróbicas, se proliferan los malos olores y hay una alta producción del gas metano.

Cuando se construye el techo, es importante que deje paso para el ingreso de viento. Se recomienda hacer una construcción ligera abierta a los cuatro lados. El techo se puede cubrir con zinc o con materiales naturales de construcción como el

pasto, hojas de palma, helecho, fronda, bananero etc. Se pueden poner ductos para conducir el agua de lluvia a recipientes. De esta manera se puede acumular el agua de lluvia para el riego de las pilas en caso de ser necesario, en lugar de traer agua de afuera, lo que sería difícil y costoso; el riego se puede hacer con regadoras manuales.

Residuos para composta

El compostaje requiere de cuatro elementos básicos: residuos verdes que contengan alto contenido de Nitrógeno, en lo posible residuos cafés con alto contenido de Carbón, en caso de no existir podremos usar restos de cenizas agua y aire es decir presencia Oxígeno. En el mercado o en casa, los residuos verdes provienen principalmente de la cocina específicamente residuos de alimentos y los residuos cafés son básicamente plantas secas estos puede incluirse papel cortado en tiras delgadas o aserrín que funciona muy bien. El Carbón y el Nitrógeno son dos elementos principales presentes en la materia orgánica y la cantidad contenida en los residuos casi siempre es distinta. Esto es muy importante para el proceso ya que demasiado Carbón hace lento el proceso y por el contrario, un exceso de Nitrógeno origina malos olores y genera una mezcla viscosa. Para separar los materiales según esta cualidad, es bueno saber que por lo general, el material rico en Nitrógeno es húmedo y de color verde, como lo es el pasto recién cortado o en nuestro caso usaremos directamente el rumen del ganado proveniente de la faena del camal. Asimismo, los materiales cafés y secos por lo general tienen mayor cantidad de Carbón y que de ser necesario disminuirlo se lo hará con mezclas proporcionadas de otros residuos.

En la siguiente tabla mostraremos la clasificación de los residuos según su aptitud para el compostaje. El compostaje de una gran cantidad de residuos requiere de una formulación adecuada. La selección y el almacenamiento de residuos deben

llevarse a cabo diariamente. Para facilitar la recolección de residuos, se aconseja disponer de un recipientes destinados exclusivamente para el acopio de residuos orgánicos o simplemente irlos clasificando en la fuente donde se van produciendo para una optimización de la materia y de tiempo, los cuales el cual se almacenarán conforme se van generando.

Tabla 1.-Elementos Básicos de la Composta

	RESIDUO	OBSERVACIONES
Cafés	<ul style="list-style-type: none"> • Aserrín, virutas de madera. • Hojas perennes. • Hojas secas. • Paja y heno. • Pasto cortado y seco. • Podas de árboles. 	<ul style="list-style-type: none"> • No usar si proviene de madera tratada con productos químicos. • Es mejor añadirlas picadas. • Se recogen en otoño para utilizarlas todo el año. • Picar y mojar, favorecen la aireación. • Cuando es necesario material café, se puede secar al sol el pasto recién cortado. • Ayudan a la aireación, Deben ser cortados en astillas menores a 5 cm.
Verdes	<ul style="list-style-type: none"> • Cítricos. • Estiércol de animales herbívoros. • Frutas, verduras, residuos de comida. • Hojas y bolsas de té • Maleza verde 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de buena aireación. • Muy útil si se requiere de materiales verdes. • Picar en trozos pequeños principalmente las cáscaras. • Esparcir dentro de la mezcla. • Pasteurizarla al sol dentro de una bolsa negra durante 7 a 10 días para eliminar semillas.

Pequeñas cantidades	<ul style="list-style-type: none"> • Pasto verde. • Aceites, grasas y productos lácteos. • Carne, huesos, pescado. • Papel sin tinta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclar con materiales secos. No usar si tiene pesticidas. • Al descomponerse generan malos olores. • Generan malos olores y atraen fauna nociva como roedores y moscas. • Se degrada lentamente, cortar en tiras.
Riesgo	<ul style="list-style-type: none"> • Excremento de animales carnívoros y humano. • Plantas enfermas. • Maleza y plantas persistentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contienen microorganismos peligrosos para la salud. • La composta resultante puede seguir infectada. • Las plantas con semillas persistentes y malezas con semillas son muy difíciles de pasteurizar.

Los residuos orgánicos poseen características diferentes que los hacen más o menos aptos para el compostaje. En principio, todos los residuos orgánicos se pueden compostar aunque debido a las diferentes velocidades de degradación, algunos sobre todo los lácteos, carne y pescado deberían evitarse al nivel domiciliario, para evitar complicaciones en el proceso, o la atracción de fauna nociva, en nuestro caso será muy limitado ese tema ya que trabajaremos estrictamente con residuos de un mercado, en caso de existir pequeños residuos de estos serán fácilmente controlados. Estos residuos se pueden adicionar en el proceso de compostaje, en pequeñas cantidades que serían de mucha ayuda gracias a su composición. (Rodríguez, ed 2006).

Proceso para generar composta

Es necesario seguir algunos pasos para poder generar composta, los cuales son explicados a continuación:

El primer paso consiste en depositar los materiales verdes y cafés alternados por capas. En la medida que se vaya generando se pueden cubrir las capas verdes con puños de tierra, composta madura o material café, para evitar olores desagradables. Los restos de cocina pueden ser añadidos haciendo un hoyo en la mezcla, revolviendo y ocultándolos en la misma masa.

El siguiente paso es cuidar la humedad y el volteo continuo. Si bien no es necesario mezclar los materiales constantemente sí es necesario vigilarlos para evitar alteraciones en el proceso. La mezcla se puede hacer con un palo o con mezclador, una o dos veces al mes. En época seca hay que vigilar con mayor cuidado la humedad y si es necesario, agregar un poco de agua.

La temperatura en el interior de la mezcla aumentará, lo cual se puede apreciar a 10 o 15 centímetros de la superficie. Es necesario vigilar que la temperatura sea elevada hasta los 55 °C y en su caso proteger el proceso del frío y la lluvia excesivos. Para esto, se puede cubrir la pila de composta con plástico u otro material que retenga el calor.

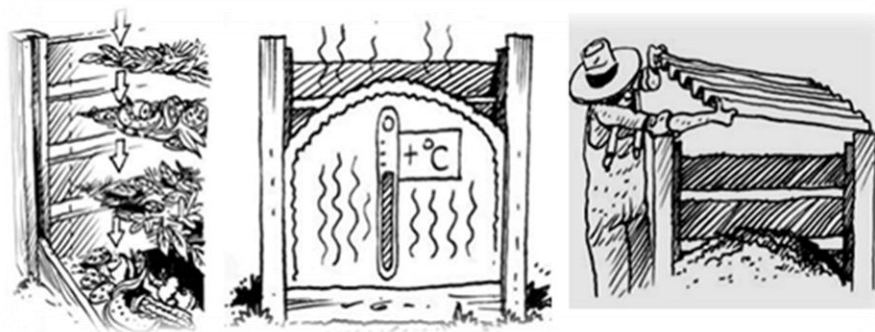


Figura 14.-Fabricación de la Compostera

El proceso puede tardar entre 6 y 12 meses, dependiendo de la frecuencia de mezclado, la eficiencia de éste, el clima y los residuos depositados en la tabla siguiente se describen los principales indicadores que determinan la finalización del proceso.

Tabla 2.-Indicadores de Composta

Característica	Composta inmadura	Composta Madura
Olor	Más o menos pronunciado.	Sin olor fuerte.
Composición	Hay lombrices y hongos. (filamentos brillantes); material orgánico identificable.	No hay material orgánico identificable tampoco organismos, se asemeja a tierra.
Uso	Alrededor de arbustos y árboles perennes.	Incorporándolo en el suelo.
Cantidad	Poca cantidad para no dañar el suelo o la planta.	No hay riesgo, pueden realizarse varias aplicaciones.

Debemos tener en cuenta que existen algunas variables que son muy importantes para que un compostaje aumente su calidad, acelere su velocidad de maduración y evite contratiempos durante su fabricación, estos son la temperatura, la humedad, los microorganismos, el clima y el tamaño de los residuos, ya que si estos son previamente picados se facilita el proceso, dado esta oportunidad la necesidad de la implementación de una trituradora para este fin minimizando el tamaño de la partícula de forma considerable.

Es de vital importancia resaltar el hecho de que lo que se busca con el presente trabajo de tesis, es generar el diseño de un equipo que lleve como cometido el triturado o picado de la materia prima que formará la futura composta, ya que a nivel comercial no existe un equipo que cubra las expectativas planteadas. El beneficio inmediato en este proceso de compostaje, es una reducción de tiempo de la preparación de los materiales convirtiendo el compostaje rápido en más rápido. Una reducción en la velocidad de degradación por el tamaño pequeño de los componentes y un incremento de la cantidad de humus obtenido.

Los residuos verdes y cafés deben colocarse en capas lo más delgadas posible para facilitar la mezcla. Es recomendable que las capas superiores y laterales sean de residuos cafés y los verdes en su interior. Al llenarse la compostadora se debe realizar una buena mezcla. Si el material está muy seco es necesario agregar agua, sin que ésta escurra. Una vez hecha la mezcla, ya no será posible introducir más residuos porque se reduciría la velocidad del proceso.



Figura 15.-Compostera Terminada

Por acción de la degradación, la mezcla comenzará a calentarse a las pocas horas hasta alcanzar temperaturas de entre 60° y 70° C en el centro durante 2

semanas sobre 55°C para lograr una higienización suficiente (eliminación de organismos nocivos al suelo o a plantas).

El pH óptimo sería 7. Se puede añadir cal o químicos según los característicos de la basura cruda. El contenido de materia orgánica dentro de la basura cruda se puede medir a través de la pérdida de ignición, la cual tiene que ser más del 40 % para asegurar un compostaje satisfactorio.

También se podrá observar vapor saliendo y, con el paso del tiempo, una pequeña capa grisácea brillante de hongos en la superficie. La alta temperatura indica un buen compostaje y es necesario vigilar que se mantenga constante. La pila debe ser mezclada dos veces por semana, desmenuzando el material acopiado y moviendo el material desde el exterior al centro. Si fuera necesario, se añade agua o se cuida del frío extremo. La lluvia no debe inundar la compostadora, cosa que favorablemente nuestra situación climática no lo permite. El proceso termina a las seis u ocho semanas, cuando la temperatura ya no aumenta y el material presenta las características de una composta inmadura.

Factores importantes en el compostaje

Algunos elementos durante el proceso son críticos para la obtención de una composta con calidad y para evitar problemas durante su fabricación. Estos elementos son la temperatura, la humedad, los microorganismos y el clima. Además el triturado de los residuos acelera su degradación, por lo que es deseable que se efectúe. Sin embargo, esto puede aumentar en gran medida el trabajo de preparación para la persona que produce la composta doméstica.

Humedad

Es necesaria una humedad entre 40 - 60 % es decir contenido de agua del material para asegurar una biodegradación óptima. Si es demasiado seco el material, se para el proceso de biodegradación; si es demasiado húmedo, se transforma el proceso en putrefacción anaeróbica incontrolada, se lo puede hacer manualmente o mecánicamente. El principio es lo mismo para los dos sistemas.

Se riega el material con regadora manual o con aspersor puesto sobre las pilas o lechos de material. En regiones con poca lluvia, se puede dejar abierta la planta de compostaje para que la lluvia funcione como riego natural. En plantas cubiertas, se puede acumular el agua de los desagües de lluvia para reemplazar parcialmente o completamente el agua fresca. Se recomienda ese sistema para regiones donde llueve mucho para proteger el material de la abundancia del agua sin perder este recurso. (Adoptamos este sistema por nuestra situación climática).

Para medir la humedad, se pone en la mano un puñado del material que se encuentra hacia el centro de la pila y se presiona. La humedad es adecuada si es posible formar una pelota del material sin que éste gotee y que tenga la textura de una esponja húmeda. Si está muy mojada la mezcla agregue un poco de material café. Si está seca, puede agregar agua o material verde. La biodegradación principal ocurre durante los primeros 3 meses del proceso. Es importante que se haga regularmente la mezcla del material y que se controle la humedad. Se puede medir la humedad con un método muy simple, sin instrumentos simplemente se toma una pequeña cantidad del material en la mano y se aprieta el material.

Como el volumen del material disminuye con el progreso de la biodegradación, se pueden combinar dos pilas para hacer una, con el fin de economizar el espacio. Si se combinan pilas, es importante que sean pilas que tengan aproximadamente la misma edad, para no mezclar compost maduro con compost inmaduro.



Figura 16.-medición humedad en la composta.

Si salen 2 - 5 gotas de agua, la humedad es buena. Si sale menos agua, se necesita regar; si sale más, el riego debe ser interrumpido o, si es por causa de demasiada lluvia, se debe construir un techo para la planta de compostaje.

El compost debe ser humedecido durante los primeros 3 meses. La duración total del proceso será de 6 meses. Después de este periodo, el compost será maduro y no contendrá ingredientes fito tóxicos, bacterias patógenas y otros materiales nocivos. Si se cosecha el compost antes del periodo de 6 meses, no se puede garantizar que el producto esté completamente higienizado. Se recomienda construir el techo de manera que toda el área de compostaje se quedé bajo techo.

Aireación

Hay que agregar un cierto porcentaje de material grueso, estos materiales deben agregarse especialmente para estructurar la basura cuando la densidad de los desechos es demasiado alta o mayor a los 700 kg/m³ y, por consecuencia no se realiza una libre circulación del aire. Para pequeñas plantas de compostaje y plantas de lombricultura, es suficiente la mezcla o la revuelta del material

asegurando su aireación. En el caso que se haga un compostaje en pilas, la tubería para la aireación se integra generalmente en el suelo del área de fermentación.

Organismos

En el caso de que la compostadora se encuentra directamente sobre el suelo, los organismos se mudarán hacia la mezcla sin ayuda y en el momento que sea necesario. Compostar directamente sobre el suelo favorece el proceso y beneficia el suelo. Utilizar una compostadora de trinchera llamada también zanja o jardinera puede ser el inicio de un bello jardín. Si éste no es el caso, es necesario utilizar composta anterior para “sembrar” los organismos o adicionar humus o tierra negra a la mezcla.



Figura 17.-Introducción de organismos en la composta

Temperatura

Dependiendo de los materiales y la frecuencia del mezclado, la temperatura aumentará por acción de los microorganismos. Esta temperatura puede percibirse con la mano o con ayuda de un termómetro. Cuando la temperatura se eleva

sobre los 50 °C, se acelera el proceso y se pasteuriza la futura composta, eliminando patógenos y semillas.

Siempre que se mezcle habrá un descenso de la temperatura, pero ésta volverá a subir en cuando la pila se estabilice nuevamente. Si el volteo se hace más de dos veces a la semana, es posible que no se alcance la temperatura necesaria para el proceso. Un indicador de que la composta está casi lista es el descenso de la temperatura sin importar la frecuencia de volteo.

Clima

Tanto la lluvia y frío en exceso afectan el proceso. Tampoco se puede aislar la compostadora del ambiente porque también necesita el calor del sol y Oxígeno del aire fresco. Sin embargo, hay que protegerla. La mejor época para iniciar un compostaje doméstico es en primavera o verano. Durante las épocas frías, la velocidad del proceso disminuirá naturalmente y volverá a acelerarse al regresar en calor con el que antes estaba.

Maduración y cosecha de la composta

El tiempo exacto del proceso de compostaje depende de muchos factores y por eso es difícil medirlo con precisión. Las condiciones climáticas, la frecuencia del mezclado, así como el tipo de materiales utilizados e incorporados, influyen en la duración del proceso. Un indicador muy claro de que el proceso está por finalizar es el descenso de la temperatura y su estabilización casi a la temperatura ambiente. Este es el momento donde comienza la fase de maduración de la composta. Este proceso puede durar hasta la misma cantidad de tiempo que se llevó la primera y también depende de muchos factores; si la mezcla ha sido invadida por lombrices de tierra, el producto final es mejor y el tiempo de

maduración mayor. La maduración se realiza en la compostadora o la composta se puede extraer de ésta y depositarla en el suelo o en una trinchera. No es recomendable mezclar la composta inmadura con el suelo o adicionarlo a las plantas, ya que podría dañarlos. Al principio puede ser difícil saber cuándo está madura la composta y lista para usarse.

Si se desea obtener una materia uniforme se puede cernir o tamizar la composta con el fin de eliminar algunos restos que se degraden muy lentamente como huesos, ramas, etc. El cribado del material depende mucho del uso que se vaya a dar a la composta. Se recomienda que el tamiz tenga 10 mm de separación. Los materiales rechazados durante el cribado dentro del proceso pueden ser incorporados de un nuevo en otro proceso de compostaje en una nueva pila.

Dependiendo de la cantidad de composta si es grande, o la estación del año no permite utilizarla inmediatamente se puede almacenar en sacos de 5 a 50 kg. Una composta madura se puede almacenar durante varios meses, quizá hasta varios años sin que se altere su composición y estructura. El almacenamiento tiene que hacerse de forma tal que las semillas viajeras no puedan germinar en él, si se va a almacenar durante largo tiempo o al transportar, es recomendable secarlo al sol colocándolo sobre el piso. De ser posible, colocar una base negra para que los rayos del sol se absorban más eficientemente y el secado sea en menor tiempo.

La composta se distribuye sobre la superficie en una delgada capa con ayuda de un rastrillo o escoba en un día soleado y sin riesgo de una posible lluvia. Con un día es suficiente; pero a veces si se requiere de más de uno no se puede dejar por la noche y la madrugada ya que el rocío de la mañana la humedecerá de nuevo. En caso de ser mas de un día hay que retirarla del sol durante la tarde y volver a colocarla a la mañana siguiente.

Trituradores

Son aparatos electro mecánico o conjunto de cuchillas utilizadas para la desintegración mecánica de sólidos en partículas más pequeñas. Las trituradoras tienen múltiples usos, por ejemplo en el campo de la agricultura se pueden usar trituradoras que se encarguen de triturar, procesar y machacar plantas, frutos y hierbas recogidos en el campo. En el área de la minería, las trituradoras se utilizan para triturar piedras y demás materiales sólidos. (Ortiz, ed 2003).

Tipo de Trituradores

Procedimiento Manual

El procedimiento manual de picado de rastrojos, consiste en la reducción del tamaño del rastrojo, hasta dejarlo de aproximadamente 10cm. Lo que dificulta el proceso, es la cantidad y la poca practicidad en el procedimiento, el cual se llevaba a cabo no para la producción exclusiva de abonos, sino para el cuidado de los diferentes cultivos. Aunque esta es una opción muy poca ortodoxa para el picado de grandes cantidades de rastrojo a dimensiones aceptables para someterlo, a el proceso de descomposición, se tendrá que efectuar cuando no se disponga de un tractor, que pique previamente el rastrojo en la operación de zafra. (Zambrano, 2004).



Figura 18.-Triturador Manual.

Picadora con Sistema de tornillo sin fin

El tiempo y el esfuerzo realizado en el proceso anterior, sumado a la poca productividad nos llevan a pensar en una diferente alternativa que realice el proceso de una mejor manera, con mayores producciones y con menor esfuerzo para el operador.

Teniendo en consideración lo mencionado anteriormente, y considerando los inconvenientes que se tienen con la cantidad y con el tamaño de rastrojo a procesar, se presenta un mecanismo que funciona de la siguiente manera, el rastrojo se lo deposita en una tolva de alimentación, para que ingrese al sistema pausadamente, luego el rastrojo al caer es comprimido por el tornillo sin fin y llevado hacia unas cuchillas que hacen el trabajo de picado del producto. (Zambrano, 2004).

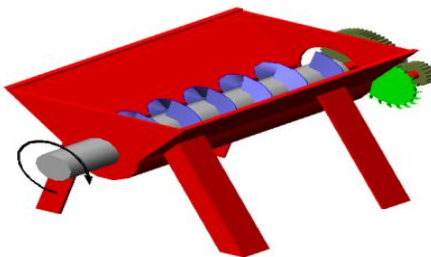


Figura 19.-Picadora Con Sistema De Tornillo Sin Fin

Picadora con Sistema de disco y martillos

Esta máquina estaría constituida de dos sistemas, uno para procesar los rastrojos secos y otro para los verdes. La constitución de la máquina es muy sencilla y práctica, por lo cual facilita su utilización. La máquina funciona de la siguiente forma: ingresa a la máquina el rastrojo por medio de una tolva de alimentación, el cual es picado por la cuchilla, después pasa por los martillos donde posteriormente es impulsado fuera de la misma. Cuando se trabaja con rastrojos

secos se utiliza un ciclón para la eliminación de polvos producidos en el proceso. (Zambrano, 2006).

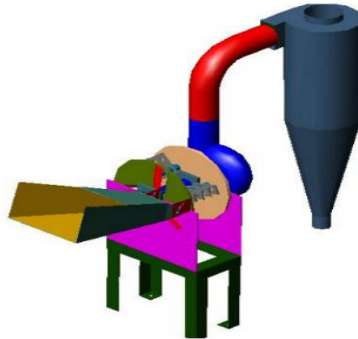


Figura 20.-Picadora con Sistema de disco y martillos

Picadora con Sistema de Rodillo

El sistema que se presentara a continuación, usualmente es usado en tractores cegadores y cosechadoras, que producen tamaños de rastrojos de grandes dimensiones, que no es conveniente, cuando se requieren longitudes de rastrojo pequeñas, pero si se dimensiona de tal manera que la separación de la distancia de corte de las cuchillas, es uno de los sistemas más eficientes. Este último sistema, consiste en un rodillo provisto de cuchillas que se encuentran posicionadas de tal forma que permitan el acceso de parte del rastrojo, para de esta manera al completar la vuelta se pueda realizar el corte, en el rodillo se encuentra un canal interior por donde el rastrojo que es picado ingresa a una bandeja donde se almacena. (Zambrano, 2006).

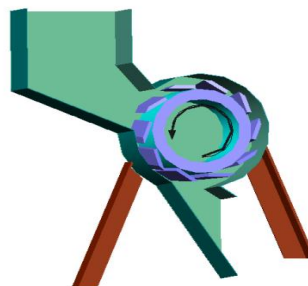


Figura 21.-Picadora con Sistema de Rodillo

CAPITULO II

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Lugar De Localización

El área de estudio está enfocada en lugares donde existe la producción de residuos orgánicos, sea el caso nuestro del Mercado Sur, de donde saldrán la mayoría de materia con la cual se va a trabajar, luego está el Camal donde aprovecharemos los residuos orgánicos (estiércol) provenientes del faenamiento del ganado vacuno.

El relleno sanitario está ubicado en el sector del Barrio 21 de Enero, en el sector “Chimbadero” entre Tena y Archidona, ocupando una porción de un terreno municipal de 80 hectáreas, El relleno en mención, cubre una superficie de 1.5 hectáreas y se localiza, a través de una vía lastrada, a 1.400 metros de la avenida principal que conduce a Archidona. En total, son 6,5 kilómetros al centro de gravedad (lugar de mayor producción de basura). La pendiente es moderada, hasta 25° y la distancia al área protegida más cercana, es de 5 kilómetros, se determinó la necesidad de iniciar los estudios de un nuevo espacio para la construcción de otro relleno debido a los años que lleva abierto y a que ya no cuenta con la capacidad para seguir funcionando como centro de acopio de la ciudad. Es por ello que la instalación del prototipo y de las pruebas de operación se elaboró en la parte posterior del camal a 1 kilómetro de este, las instalaciones contaron con agua, luz y espacio suficiente para la conclusión exitosa de este proyecto.

2.2 Metodología

Para la caracterización de los residuos, diseño y construcción del prototipo de triturador de residuos orgánicos, se llevó a cabo mediante la siguiente metodología con el Método Descriptivo y Cuantitativo.

- Conocer la cantidad de residuos que se produce en la Parroquia Tena.
- Realización de cálculos y determinación de dimensiones para el diseño del triturador.
- Conocimiento e investigación propia.
- Elaboración de planos.
- Construcción del prototipo.
- Pruebas de operación / Trituración de residuos.
- Realización de composta.

2.3 Métodos y Técnicas

2.3.1 Determinación de la Producción de los Residuos Sólidos Obtenidos en la Parroquia Tena.

Para la determinación de la producción de residuos se contó la información suficiente para la cuantificación de los residuos los mismo que el GAD Municipal de Tena nos facilitó para el desarrollo del Diseño del Prototipo esta información fue recolectada por parte del Técnico de GESTION INTEGRAL del GAD de Tena en el año 2013 por el método por peso.

2.3.2 Cálculos del dimensionamiento del prototipo de triturador para residuos orgánicos.

Para los cálculos correspondientes al diseño del prototipo para generar triturar los residuos orgánicos, se realiza a partir de la cantidad de residuos que se

generan a diario en la ciudad de Tena o a su vez de la cantidad producida estrictamente del Mercado Sur seleccionando en la fuente.

2.3.3 Elaboración de Planos

La elaboración de planos se la realiza para poder identificar y visualizar la forma que tiene el Prototipo, ya que solo con dimensionamiento numérico con fórmulas no se puede observar su estructura, por lo cual se realiza los diseños de planos utilizando como software el AutoCAD 2014, el mismo que nos permite realizar un diseño a escala.

2.3.4 Construcción del Prototipo

La construcción del prototipo de triturador para residuos orgánico se realizó en el Colegio Técnico Juan XXIII, basándose en los diseños y planos establecidos en conjunto con los docentes de la institución constando de un mecánico industrial y un electricista los mismos que participaron directamente en la ejecución de este trabajo.

2.3.5 Elaboración Del Sistemas De Compostaje en Pilas

El compostaje en pilas es el sistema más antiguo y más sencillo. La operación de este sistema es muy fácil. Después de haber separado todo material foráneo (materiales no biodegradables) de la basura biodegradable que llega al relleno, el material se coloca en pilas triangulares.

El tamaño de las pilas es muy importante para el proceso de compostaje. No debe superar su tamaño, y tampoco debe quedarse bajo un volumen mínimo. Para asegurar la proliferación de los microorganismos que realizan el

compostaje, se necesita una “masa crítica” mínima de 50 - 100 kg de basura biodegradable. Con esa masa, ya se puede prender y mantener durante un tiempo suficiente la reacción exotérmica del proceso aeróbico que asegura las temperaturas necesarias para la higienización del material. Esta “masa crítica mínima” es especialmente importante para el compostaje individual.

Para la aplicación por municipios, es más importante no superar el tamaño máximo de una pila. Si las pilas son más altas que 1.50 m, el aireación natural se impide y pueden ocurrir condiciones anaeróbicas (para sistemas de compostaje con aireación artificial, ese límite es de 2.50 - 3.00 m).

Una tonelada de basura corresponde aproximadamente a una pila (pila no aireada de 1.50 m altura). Se formarán filas con los montones de basura; una fila correspondiente al material de una semana como muestra la figura:

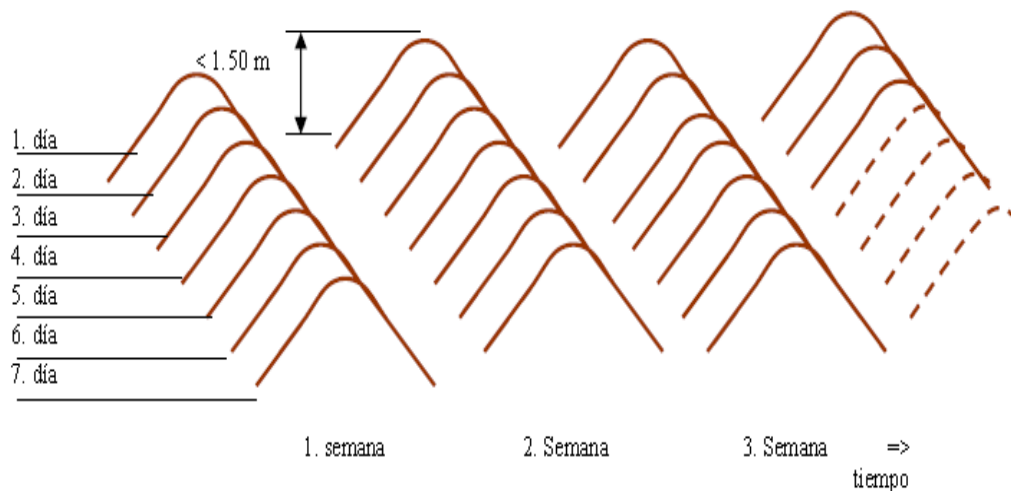


Figura 22.-Compostaje en montones o pilas

Las pilas de material biodegradable se deben cubrir con pasto, hojas de planta de banano o material similar para evitar el problema de olor y no atraer las moscas. Una vez por semana se deben mezclar las pilas para

airear y homogenizar el material. La del material de cobertura para la mezcla/revuelta.

Si se realiza el compostaje en la Amazonía, es importante tomar en consideración las condiciones climáticas. Considerando que la Amazonía es una región de alta pluviosidad, se estima que la precipitación será demasiado alta para permitir un compostaje sin techo. Si se moja demasiado el material, pueden ocurrir condiciones anaeróbicas, lo que significa una putrefacción sin oxígeno. Bajo condiciones anaeróbicas, se proliferan los malos olores y hay una alta producción del gas metano.

Cuando se construye el techo, es importante que no impida el ingreso de viento. Se recomienda hacer una construcción ligera abierta a los cuatro lados. El techo se puede cubrir con zinc o con materiales naturales de construcción (pasto, hojas de palma, helecho, fronda, bananero etc.).

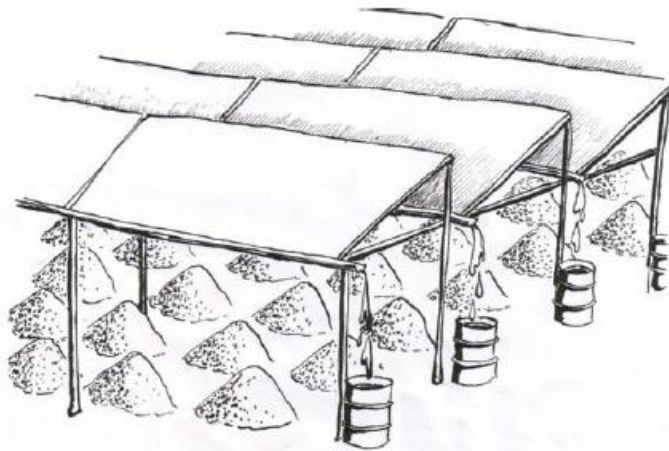


Figura 23.-Cubierta del área de compostaje

Se pueden poner ductos para conducir el agua de lluvia a recipientes. De esta manera, se puede acumular el agua de lluvia para el riego de las pilas (si necesitan riego), en lugar de traer agua de afuera, lo que sería difícil y

costoso. El riego se puede hacer con regadoras manuales, como se utilizan en la horticultura.

La biodegradación principal ocurre durante los primeros 3 meses del proceso. Es importantísimo que se haga regularmente la mezcla/ revuelta del material y que se controle la humedad. Se puede medir la humedad con un método muy simple, sin instrumentos. Se toma una pequeña cantidad del material en la mano y se aprieta el material. Si salen 2 - 5 gotas de agua, la humedad es buena. Si sale menos agua, se necesita regar; si sale más, el riego debe ser interrumpido o, si es por causa de demasiada lluvia, se debe construir un techo para la planta de compostaje.

El compost debe ser humedecido durante los primeros 3 meses. La duración total del proceso será de 6 meses. Después de este periodo, el compost será maduro y no contendrá ingredientes fito tóxicos, bacterias patógenas y otros materiales nocivos. Si se cosecha el compost antes del periodo de 6 meses, no se puede garantizar que el producto esté completamente higienizado. Se recomienda construir el techo de manera que toda el área de compostaje se quedé bajo techo.

Como el volumen del material disminuye con el progreso de la biodegradación, se pueden combinar dos pilas para hacer una, con el fin de economizar el espacio. Si se combinan pilas, es importante que sean pilas que tengan aproximadamente la misma edad, para no mezclar compost maduro con compost inmaduro. (Roben, 2002).

2.3.6 Determinación de Potencial de Hidrogeno (pH)

Fundamento

La acidez activa o pH es la concentración de H⁺ (libres) que contienen el extracto del suelo. El pH es un parámetro que nos indica la acidez o alcalinidad del agua, varía de 1 a 14. Si el agua posee un pH menor a 7 se considera acida, caso contrario básica, igual a 7 neutra.

Materiales

- pH-metro.
- Un vaso de precipitación de 250 ml.
- Varilla de agitación.

Reactivos

- Soluciones buffer pH 4 y pH 7 y pH10.
- Agua destilada.
- Composteras.

Procedimiento

1. Calibrar en pH-metro utilizando las soluciones buffer (el siguiente orden 4,7 y 10 de pH).
2. Coloque en un vaso de vidrio limpio un volumen de muestra suficiente como para cubrir al electrodo de vidrio.
3. Sumerja los electrodos en la muestra y suavemente revuelva a una velocidad constante para proporcionar la homogeneidad y suspensión de los sólidos y esperar hasta que la lectura se estabilice.

4. Anote el valor de la lectura en el protocolo de trabajo.

Cálculo

Lectura directa.

2.3.7 Determinación de la Temperatura

Fundamento

Magnitud que mide el estado térmico de un sistema termodinámico en equilibrio.

Materiales

Termómetro en escala centígrada.

Reactivos

Muestras de compostaje.

Procedimiento

1. Introducir el bulbo del termómetro en la muestra.
2. Esperar unos segundos hasta estabilizar el nivel de mercurio.
3. Anotar el valor de la temperatura.

Cálculo

Lectura directa.

2.3.8 Determinación de Humedad

Fundamento

Es el contenido de agua del material. Se necesita una humedad entre 40 - 60 % en el compostaje, para asegurar una biodegradación óptima. Si es demasiado seco el material, se para el proceso de biodegradación; si es demasiado húmedo, se transforma el proceso en putrefacción anaeróbica incontrolada

Materiales

- Porción de muestra

Procedimiento

Para medir la humedad, se pone en la mano un puñado del material que se encuentra hacia el centro de la pila y se presiona. La humedad es adecuada si es posible formar una pelota del material sin que éste gotee y que tenga la textura de una esponja húmeda. Si está muy mojada la mezcla agregue un poco de material café. Si está seca, puede agregar agua o material verde.

CAPITULO III

3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Cálculos y Resultados

3.1.1. Determinación de la producción de los residuos sólidos obtenidos en la parroquia Tena.

La información fue recolectada por parte del Técnico de Gestión Integral del GAD de Tena en el año 2013 por el método por peso. Las tablas son detalladas a continuación con un total de residuos caracterizados: 597 libras (270,79 kg) y cuya densidad suelta promedio es de 266 kg/m³.

La metodología utilizada fue Peso-Volumen esta consiste en el pesaje de los residuos sólidos, tanto cuando se encuentran compactados en el vehículo recolector respectivo, así como, una vez que se procede a su descarga, lo cual permite determinar a más del peso de los residuos también el peso volumétrico.

Se tiene un promedio mensual de 42.49 toneladas/ mes de residuos urbanos producidos de los cuales se ha determinado que el 59.46% son orgánicos dándonos 25.26 ton/mes para conocer el volumen promedio a 30 días tendremos un valor aproximado de 0,842 ton/día equivalente a 18,5 quintales a través del recorrido del carro recolector, de estos el 38% son del Mercado Sur y el Central nuestra fuente principal de trituración dándonos un valor de 13 quintales/día a ser triturados transformándolos a compostaje o Humus.

Tabla 3.-Porcentaje de residuos encontrados por sectores

Sector	Porcentaje Encontrado	Residuos (quintales)
Mercado Sur.	38%	7.03
Mercado Central.	30%	5.55
Hogares, restos de jardines, restaurantes, etc.	22%	4.07
Otros.	10%	1.85

Tabla 4.- Producción de los residuos de la parroquia tena 2013

Mes	Toneladas
Febrero	42.24
Marzo	40.81
Abril	42.15
Mayo	42.39
Junio	44.74
Julio	41.7
Agosto	42.23
Septiembre	41.64
Octubre	40.9
Noviembre	42.8
Diciembre	45.8

Tabla 5.-Producción de los residuos de la parroquia tena en el 2013

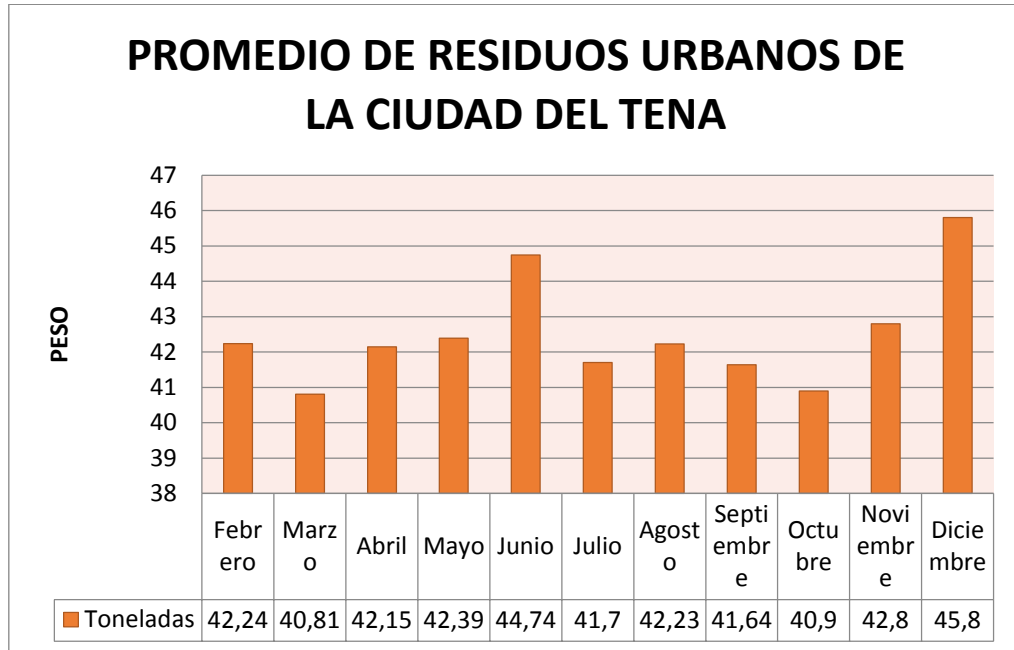


Tabla 6.- Datos de la Composición porcentual de los residuos sólidos

RESIDUO	PORCENTAJE%	RESIDUOS (lb.)
Orgánicos	59.46	354.9762
Cartón	2.01	11.9997
Plástico PET	4.19	25.0143
Fundas	6.34	37.8498
Vidrio	12.1	72.237
Papel	10.39	62.0283
Latas	1.34	7.9998
Textil	4.19	25.0143

Tabla 7.-Composición porcentual de los residuos sólidos

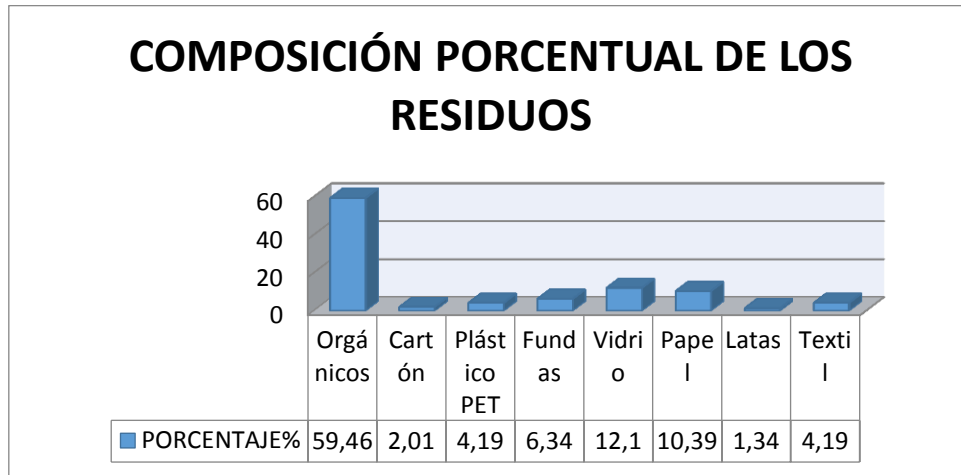
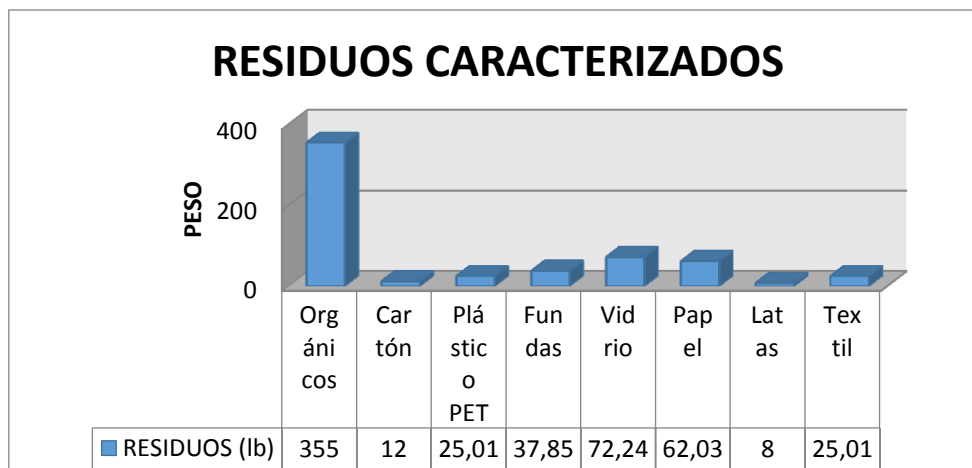


Tabla 8.-Residuos caracterizados de 597 libras



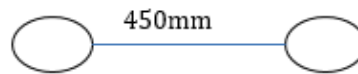
3.1.2 Dimensionamiento del Prototipo de Triturador para Residuos Orgánico

Para el dimensionamiento del Prototipo se realizó con la información disponible principalmente la carga diaria, tomando en cuenta los parámetros de diseño tamaño de la partícula densidad de los residuos, capacidad de triturar, tiempo de retención, carga diaria, altura del equipo y materiales para la construcción.

Datos del motor:

N1= 1750 rpm.

P= 5H.



Volante de incremento

Ø = 350 x 18.5mm.

Polea Tipo A 60.

$$270 \frac{\cancel{rev}}{min} * \frac{2\pi rad}{1\cancel{rev}}$$

$$1750 \frac{\cancel{rev}}{min} * \frac{2\pi rad}{1\cancel{rev}} = 10995.5743 \frac{rad}{min}$$

Relación de transmisión

Ø2 = 152mm (polea del eje principal)

N2 =?

Ø1 = 102mm (polea del motor)

N1= 1750 rpm.



Ri en función de los diámetros de las poleas

$$Ri = \frac{\varnothing \text{ de la polea conductora}}{\varnothing \text{ de la polea conducida}} = \frac{102 \text{ mm}}{152 \text{ mm}}$$

$$Ri = 0.6711 \quad Ri < 1 = \text{reducción de velocidad.}$$

Ri en función del N= rpm

$$Ri = \frac{n \text{ de la polea conducida}}{n \text{ de la polea conductora}}$$

$$N2 = Ri * (n \text{ de la polea conductora}).$$

$$N2 = 0.6711 * 1750 \text{rpm.}$$

$$N2 = 1174.425 \text{rpm.}$$

Con el sistema de poleas, cuya polea motriz es de menos diámetro que la conducida se concluye que la velocidad se reduce 1.174rpm y su potencia aumenta a 7 HP.

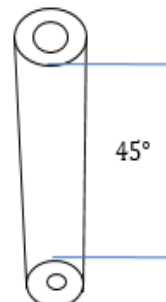
Factor de pérdida de la potencia en el conjunto de poleas

$\varnothing = 152\text{mm}$ polea (arriba) eje de transmisión.

$\varnothing = 102\text{mm}$ polea (abajo) eje del motor

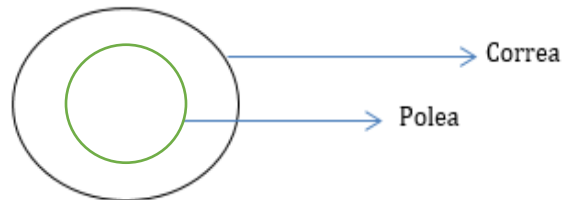
$$\varnothing 2 = 152\text{mm.}$$

$$\varnothing 1 = 102\text{mm.}$$



Factor de pérdida según el arco abrazado por la correa de la polea matriz

$$\alpha = 175^\circ$$



Coefficiente =

0.98	1
175	180

$$\text{Coeficiente para } 175^\circ = \frac{0.98 + 1}{2} = 0.99$$

$$C_\mu = 0.99$$

Potencia en el Eje Principal (P_{eje})

$$P_{eje} = Ri^{-1} * C_\mu * P$$

$$P_{eje} = (0.6711)^{-1} * 0.99 * 5HP$$

$$P_{eje} = 7.3759 HP$$

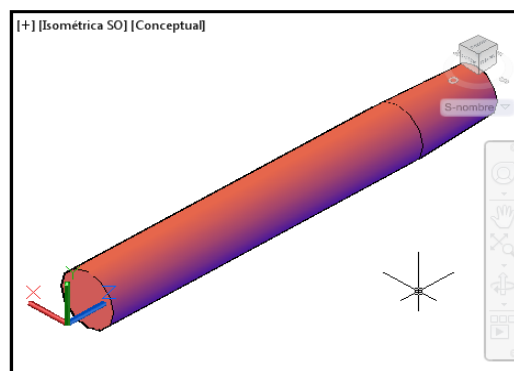


Figura 24.-Eje de transmisión

Velocidad del motor (V_m)

$$V = \frac{\pi * d1 * N1}{60}$$
$$V = \frac{\pi * 0.102 * 1750}{60}$$
$$V = 9.3462m/s$$

- La velocidad del motor es $9.3462m/s \approx 10m/s$
Entonces $k = 1.1$

Potencia transferible por correas. (P_{tc})

$$k = 1.1$$

$$P_{tc} = k * C_{\mu} * n$$
$$P_{tc} = 1.1 * 0.99 * 2$$
$$P_{tc} = 2.1978cv$$
$$P_{tc} = 2.1978cv * \frac{0.9863 HP}{1cv} = 2.1677HP$$
$$P_{tc} = 2.1677HP$$

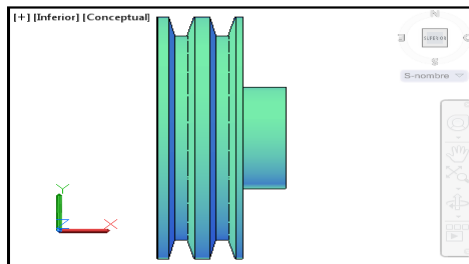


Figura 25.-Polea de Aluminio.

- Para trabajar con un motor de 5HP es necesario utilizar 4 bandas tipo A si se realiza un trabajo permanente. Pero debido a que él se trituro a un promedio de 7.42 quintales al día siendo dos horas de trabajo no exponemos a la maquina a su máxima potencia.

Fuerza de corte (conjunto cuchillas y martillos)

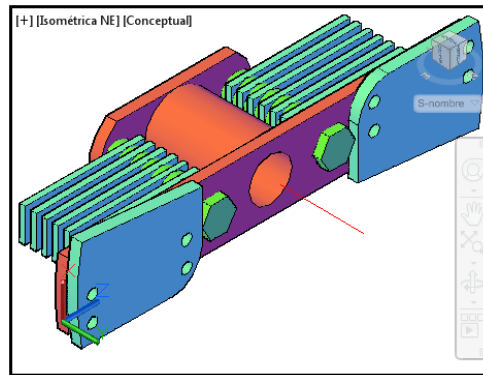


Figura 26.-Conjunto cuchillas y martillos

El esfuerzo de compresión que genera la carga, cuyo valor es de 3700 Kg/cm^2 para un solo soporte, será:

$$(\sigma) = 3700 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = (2.54 \text{ cm})^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$F = (\sigma) * A$$

$$F = 3700 \text{ Kg/cm}^2 * (2.54 \text{ cm})^2$$

$$F = 23870.92 \text{ Kg}$$

- El eje principal puede soportar hasta 23870.92 Kg en su trabajo.

- Si para cortar con un machete el hombre lo hace con 20 Kgf de fuerza promedio y corta cualquier hierva o caña, podemos decir que la para cortar residuos orgánicos de densidades bajas se necesitara al menos 20 Kgf de fuerza para cortarla.

Entonces se tiene que el sistema interno del prototipo está compuesto de 14 martillos, 7 a cada lado y 2 cuchillas las cuales están acopladas a un solo soporte.

$$2 \text{ cuchillas} + 14 \text{ martillos} = 16 \text{ fuerza}$$

Se necesita $(16 * 20) = 320$ kgf para cortar.

Entrada del material

Área de entrada del material = A_1

$$A_1 = 12\text{cm} * 15\text{cm} = 180 \text{ cm}^2$$



Figura 27.-Área de ingreso

Es decir ingresa el 100% = 180 cm^2

Si consideramos una sección de corte de 2cm^2 por residuos a entrar se necesitara:

$$\frac{180 \text{ cm}^2}{2\text{cm}^2} = 90$$

entonces $90 * 20 \text{ kgf} = 1800\text{kgf}$ Para realizar 1 corte.

- Como el eje soporta $74.99 * 10^3 Kgf$ trabajaría a un 10% de su capacidad es decir existe un coeficiente de seguridad de 10, lo que hace que el eje sea adecuado para realizar el trabajo.

DIAGRAMA DE FUERZAS Y MOMENTOS

$$1N = 0.10197162Kgf$$

$$300N=30.6122Kgf$$

Cálculo de Momento

$$R1 \wedge R2$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$-30 Kgf(0.105m) + R2(0.21m) - 20Kgf(0.29m) - 30.6122Kgf(0.36m) = 0$$

$$R2 = \frac{30 Kgf(0.105m) + 20Kgf(0.29m) + 30.6122Kgf(0.36m)}{0.21m}$$

$$R2 = \frac{(3.15 + 5.8 + 11.0204)Kgf. m}{0.21 m}$$

$$R2 = 52.4781Kgf$$

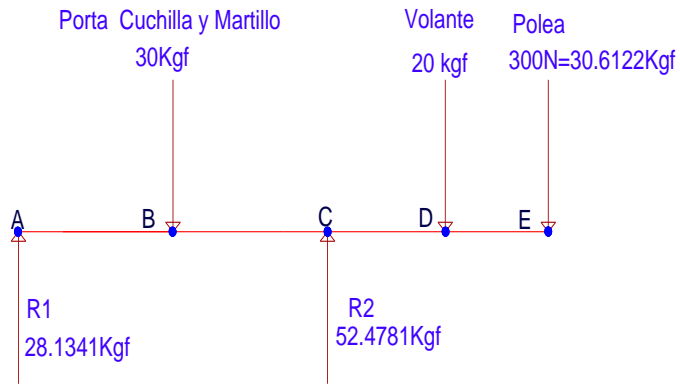
Fuerzas en y:

$$\Sigma Fy = 0$$

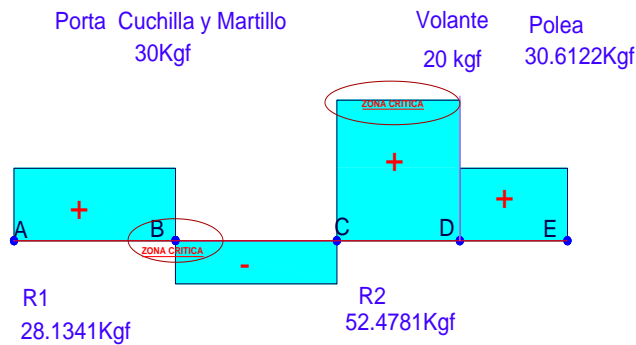
$$R1 + R2 = 30Kgf + 20Kgf + 30.6122Kgf$$

$$R1 = 80.6122Kgf - 52.4781Kgf$$

$$R1 = 28.1341Kgf$$



Si existe un sobre esfuerzo de tensión es probable que el eje se rompa en las zonas críticas 1-2.



Cuchillas.-El efecto del corte del residuo, se presume de forma similar a un simple esfuerzo de cizallamiento, el cual corta al material usando la cuchilla que gira a una determinada velocidad, que hace que el material quede seccionado. Aunque además del corte se produce un rotura en las fibras por la fuerza que posee las cuchillas al girar a grandes revoluciones.

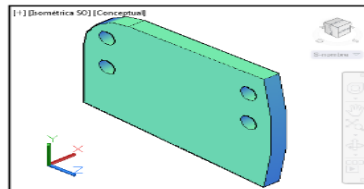


Figura 28.-Cuchilla

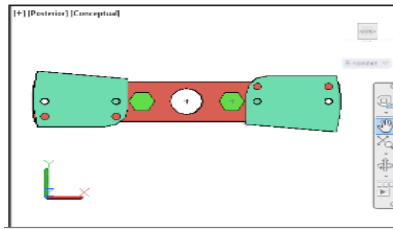


Figura 29.-Porta cuchillas

Martillos.-La función de los martillos es la de impactar la materia que ingrese por la entrada después de pasar por las cuchillas, es decir que se transforma de simplemente un cortador a un molino de martillos, que es muy comúnmente usado para la des germinación de granos, desclasificación de basura, picadora de pasto, etc. La manera en la cual este funciona es impactando con los martillos lo que se desee moler, con una fuerza superior a la del material introducido, que se determina mediante la fuerza de impacto que se produce básicamente por la inercia y la velocidad de rotación. El sistema de martillos está compuesto por siete martillos (por hilera), cada uno de los cuales ejercerá una fuerza al impactar con el producto que se desee procesar.

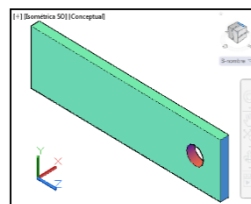


Figura 30.-Martillo

Soporte de Cuchillas y Martillos.-Será el encargado de transmitir la potencia a las cuchillas y los martillos, en él se van a encontrar los pernos de sujeción que son los encargados de mantenerlos en su posición y transmitir los efectos de corte. El soporte a su vez servirá de apoyo para las barras que soportan los

martillos, que tendrán la tarea de soportar los esfuerzos de torsión y de aplastamiento, que se dará al entrar en funcionamiento los mismos.

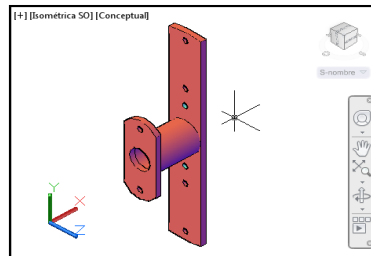


Figura 31.-Porta cuchillas y martillos

Tolva.-Es el dispositivo que lo destinamos a la canalización de los materiales entrantes, la función principal es la de dirigir el material a ser triturado directamente a las cuchillas, asegurándonos que sean triturados y no caigan en otra dirección.

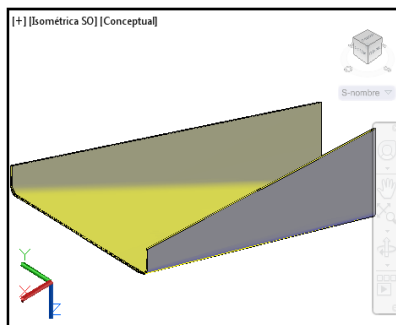


Figura 32.-Tolva de Ingreso

Tolva de Salida del Producto.- Su forma está determinada para direccionar el material triturado de salida permitiéndonos la recepción del material listo en un recipiente o bandeja que puede ser coloca debajo de este para recolectarlo.

Está fijado con una bisagra industrial a la cubierta superior para facilitar su limpieza.

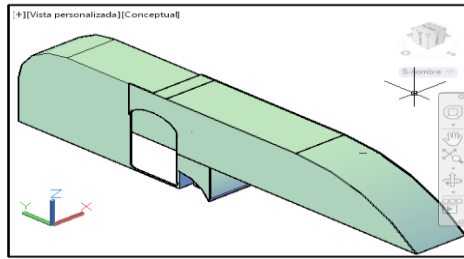


Figura 33.-Tolva de Salida

Estructura Externa Del Prototipo.

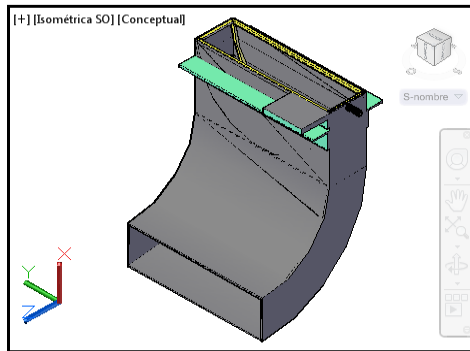


Figura 34.-Estructura Externa del Prototipo

Soporte.- Está diseñado para soportar el peso total de la máquina.

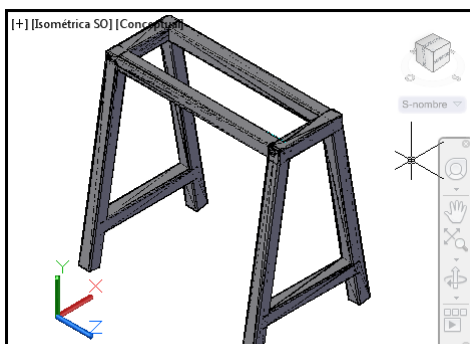


Figura 35.-Soporte del Prototipo.

Prototipo Dimensionado Completo

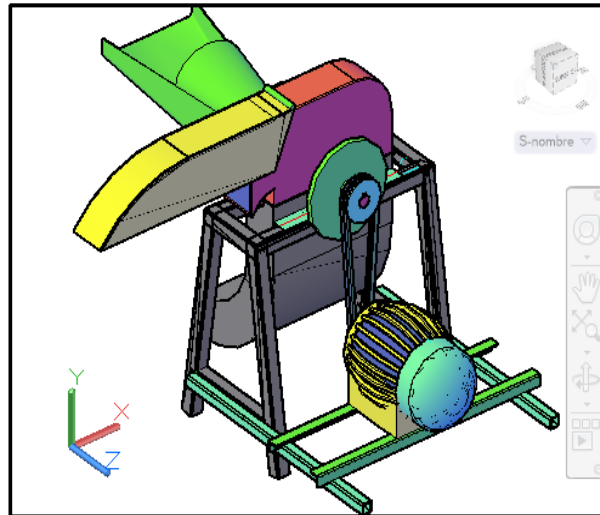


Figura 36.- Diseño del Prototipo Completo

Tabla 9.-Material de construcción del prototipo de triturador.

Estructura	Material de construcción
Carcasa.	Hierro forjado al 0,10% de Carbono.
Eje.	Acero de transmisión.
Martillos.	Hierro forjado al 0,10% de Carbono.
Base.	Fundición gris con grafito en láminas.
Poleas	Aluminio

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENCADIONES

4.1 Conclusiones

- Determinamos la cantidad de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia Tena Provincia de Napo es de 42.49 toneladas/mes del cual 59.46 % son residuos orgánicos teniendo 25,26 ton/mes de esto se maneja un promedio diario de 0.84 toneladas/día de la ciudad.
- El diseño del modelo prototipo de triturador se dio a la fusión de un sistema de cuchillas y martillos aprovechando los residuos, eficazmente con un volumen de 1 toneladas/ día siendo este un prototipo de prueba de trituración de los sólidos producidos en la Parroquia Tena Provincia de Napo.
- La Construcción se realizó tomando en cuenta la resistencia de los materiales, el tamaño de partícula menor a 10 cm teniendo como resultado valores entre 5 y 10 cm el producto siendo este el óptimo para la elaboración del compostaje en Parroquia Tena Provincia de Napo.
- El prototipo maneja un promedio de 7 a 13 quintales de residuos orgánicos, el tiempo de trabajo para este volumen fue 1 hora y 30 min, el tamaño de la partícula oscila entre 5 y 10 cm favoreciendo en el proceso de compostaje, la diferencia se destaca ya que en el método convencional se dio en 14 semanas y al triturarlos en seis semanas. Siendo este un proceso eficiente y óptimo para ser manejado en el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

- La instalación del prototipo de triturador de residuos sólidos orgánicos fue posible en la parte posterior del Centro de Faenamiento Tena el lugar que se nos asignó para la operación de este proyecto.

4.2 Recomendaciones

- Se deberá conocer la producción real de los residuos de la ciudad para que el diseño sea proyectado futuro para no tener problemas en la capacidad de operación del triturador.
- Se debe implementar un programa de capacitación a las personas involucradas en el manejo de los RSO para una mejor clasificación en la fuente.
- Tomar en cuenta el tamaño de partícula al triturar más deseable para el compostaje es menor de 10mm.
- Se debe conocer la densidad de residuos a triturada manera para la dimensión de longitud de cuchilla, potencia y fuerza.
- Para implementar el proyecto en una municipalidad se deberá comenzar por fuentes fijas en este caso mercados de la ciudad ya que se pueden aplicar ordenanzas que aporten a un buen desarrollo del mismo y no exista un fracaso en su iniciación. Ya iniciado el trabajo se puede dar a conocer a la ciudadanía a través de campañas utilizando medios de comunicación, afiches, etc. donde se dé a conocer el procedimiento y resultados enfatizando en la creación de una cultura ambientalista para que más adelante se realice una recolección clasificada también desde los hogares.

CAPITULO V

5 BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS

5.1 Bibliografía

Alfaro, M. del R. (1998). Contaminación del aire Emisiones vehiculares. San José - Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, pp. 1-25.

Bermúdez, A. F. (2007). El fin del fin. Bogotá - Colombia: Ediciones Panamericana Formas e Impreso, pp. 283.

Bueno, M., (2003). Cómo hacer un buen compost. España: Editorial del Siglo XXI de España, pp. 139.

Bueno, M., (2003). Cómo hacer un buen compost. España: Editorial del Siglo XXI de España, pp. 181.

Campos, G. I. (2000). Saneamiento ambiental. San José - Costa Rica: Editorial EUNED, pp. 225.

Fraume, N. J., (2005). Manual abecedario ecológico. Bogotá - Colombia: Editorial Taller San Pablo, pp. 89.

Garrido de las Heras, S., (1998). Regulación básica de la producción y gestión de residuos. Madrid - España: Editorial Fundación Confemetal, pp. 662.

Godoy, E. V. (2005). Diccionario de Ecología / Dictionary of Ecology. Buenos Aires- Argentina; Valletta Ediciones SRL, pp. 334.

Gutiérrez, M. y Avilés, M., (2000). Ecología: Salvemos el planeta tierra. México: Editorial Limusa, pp. 100.

Gutiérrez, J., (2002). Distrito Federal Educación Ambiental: Caminos ecológicos. México: Editorial Limusa, pp. 100-200.

Kumar, V. K., Abbas, A., Fausto, N. L., Robbins, S. S. y Cotran, R., (2005). Patología estructural y funcional. España: Editorial Elsevier, pp. 1517.

Moreno, C. J., (2008). Compostaje. México: Mundi-Prensa Libros, pp. 570.

Ortiz Jaime -Cañavate, (2003). Libro Las máquinas agrícolas y su aplicación. España: Mundi Prensa, pp. 73.

Röben Eva, (2002) Manual de Compostaje Para Municipios. Loja - Ecuador: DED/ Ilustre Municipalidad de Loja.

Rodríguez, S. M., Córdoba, A. y Villa, A., (2006). Manual de Compostaje Municipal: Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Argentina: Instituto nacional de ecología, pp. 102.

Rodríguez, S. M., Córdoba, A. y Villa, A., (2006). Manual de Compostaje Municipal: Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Argentina: Instituto nacional de ecología, pp. 118.

Rodríguez-Salinas, M. A., (2006). Manual de Compostaje Municipal. México: Instituto Nacional de Ecología, (1ra. ed.) pp. 102.

Salinas, (2004). Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales. México: Instituto Nacional de Ecología, pp. 198.

Tyler, G. y Miller Jr., (2007). Ciencia Ambiental / Environmental Science: Desarrollo sostenible. Buenos Aires - Argentina: Cengage Learning Editores, pp. 388.

Vargas, O. F., (1999). Educación para la salud. Colombia: Editorial Limusa, pp. 186.

Vargas, O. F., (1999). Educación para la salud. Colombia: Editorial Limusa, pp. 186.

Villa, A., (2005). Manual de Compostaje. Bilbao – España: Editorial Artes Gráficas Grijelmo, pp. 109.

Villa, A., (2005), Manual de Compostaje. Bilbao - España: Editorial Artes Gráficas Grijelmo, pp. 189.

Zambrano Santana Luis Ramón, (2004). Tesis De Grado: “Diseño De Una Maquina Picadora De Rastrojo Para Producción De Abono Orgánico” Guayaquil – Ecuador.

5.2 Anexos

Anexo A.-Clasificación y aplicación de los aceros

Aceros al carbono

UNE F-511. Acero al carbono muy tenaz. Contiene entre 0,5 y 0,6 % de carbono. Su dureza está entre 45 y 55 HRc. Se utiliza para herramientas agrícolas, alicates, tenazas y martillos.

UNE F-512 = AISI/SAE W 112. Acero al carbono muy tenaz. Contiene entre 0,6 y 0,7 % de carbono. Su dureza está entre 47 y 57 HRc. Se usa en herramientas para minas y carpintería, pinceles, martillos, tijeras, etc.

UNE F-513. Acero al carbono tenaz. Tiene entre 0,7 y 0,8 % de carbono. Su dureza está entre 55 y 62 HRc. Se utiliza en herramientas para minas y carpintería, cuchillas de cizallas, buterolas, matrices, mandíbulas de tornillo de banco, etc.

UNE F-514. Acero al carbono tenaz duro. Contiene entre 0,8 y 0,9 % de carbono. Su dureza, como en el anterior, varía entre 55 y 62 HRc. Es utilizado en matrices para embutir y estampar, punzones, troqueles, formones, cinceles, etc.

UNE F-515. Acero duro suave. Contiene del 0,9 al 1 % de carbono. Su dureza se sitúa entre 60 y 64 HRc. Se utiliza para troqueles y estampas, machos de roscar, brocas finas, escariadores, punzones, cuchillas de cepilladoras, etc.

UNE F-516. Acero muy duro. Contiene del 1 al 1,20 % de carbono. Su dureza está, como en el anterior, entre 60 y 64 HRc. Se usa para terrajas, fresas, brocas, escariadores, mordazas, conos, cuchillas, etc.

UNE F-517. Acero muy duro. Contiene entre 1,20 y 1,40 % de carbono. Su dureza es superior a 64 HRc. Su utilización, básicamente, abarca limas, rasquetas, cuchillas de acabado, brocas, cuchillas para papel y tabaco, hileras, etc.

Es un tipo de acero que debe ser templado en muy buenas condiciones, ya que en su aplicación pueden llegar a escarbotarse o agrietarse debido a su gran dureza.

Aceros al carbono

UNE F-511. Acero al carbono muy tenaz. Contiene entre 0,5 y 0,6 % de carbono. Su dureza está entre 45 y 55 HRc. Se utiliza para herramientas agrícolas, alicates, tenazas y martillos.

UNE F-512 = AISI/SAE W 112. Acero al carbono muy tenaz. Contiene entre 0,6 y 0,7 % de carbono. Su dureza está entre 47 y 57 HRc. Se usa en herramientas para minas y carpintería, pinceles, martillos, tijeras, etc.

UNE F-513. Acero al carbono tenaz. Tiene entre 0,7 y 0,8 % de carbono. Su dureza está entre 55 y 62 HRc. Se utiliza en herramientas para minas y carpintería, cuchillas de cizallas, buterolas, matrices, mandíbulas de tornillo de banco, etc.

UNE F-514. Acero al carbono tenaz duro. Contiene entre 0,8 y 0,9 % de carbono. Su dureza, como en el anterior, varía entre 55 y 62 HRc. Es utilizado en matrices para embutir y estampar, punzones, troqueles, formones, cinceles, etc.

UNE F-515. Acero duro suave. Contiene del 0,9 al 1 % de carbono. Su dureza se sitúa entre 60 y 64 HRc. Se utiliza para troqueles y estampas, machos de roscar, brocas finas, escariadores, punzones, cuchillas de cepilladoras, etc.

UNE F-516. Acero muy duro. Contiene del 1 al 1,20 % de carbono. Su dureza está, como en el anterior, entre 60 y 64 HRc. Se usa para terrajas, fresas, brocas, escariadores, mordazas, conos, cuchillas, etc.

UNE F-517. Acero muy duro. Contiene entre 1,20 y 1,40 % de carbono. Su dureza es superior a 64 HRc. Su utilización, básicamente, abarca limas, rasquetas, cuchillas de acabado, brocas, cuchillas para papel y tabaco, hileras, etc.

Es un tipo de acero que debe ser templado en muy buenas condiciones, ya que en su aplicación pueden llegar a escarbotarse o agrietarse debido a su gran dureza.

Anexo B.-aceros para herramienta

2.9. Clasificación y aplicación de los aceros

Entre la gran variedad de aceros, teniendo en cuenta el fin de su aplicación, cabe distinguir dos grupos principales: los **aceros de construcción** y los **aceros de herramientas**.

Ambos grupos pueden ser no aleados, de baja aleación y de alta aleación. Según el grado creciente de pureza y de uniformidad de su estructura se distingue entre:

Aceros de fabricación masiva → aceros de calidad → aceros especiales.

Los aceros de alta aleación son siempre aceros especiales.

2.9.1. Aceros de construcción

Reciben este nombre aquellos aceros utilizados para fabricar máquinas, mecanismos y motores, así como, en general, los destinados a edificaciones de acero (representan cerca del 90 % de la producción de acero).

Aceros de construcción para usos generales (DIN 17 100)

Son aceros sin alear, clasificados según su resistencia a la tracción.

Ejemplo: St37: acero con una resistencia mínima a la tracción de 360 N/mm² a 440 N/mm².

Los aceros de construcción para usos generales se conforman bien sin arranque de viruta, y son fácilmente soldables. Se suministran en barras, piezas de forma, perfiles y tubos.

Aceros de cementación (DIN 17 210)



Fig. 2.83. Aplicaciones del acero.



Anexo C.-Constantes elásticas físicas de materiales

Material	Módulo de elasticidad E		Módulo de rigidez G		Razón de Poisson ν	Peso específico γ lb/in ³	Densidad de masa ρ Mg/m ³	Gravedad específica
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa				
Aleación de aluminio	10.4	71.7	3.9	26.8	0.34	0.10	2.8	2.8
Cobre al berilio	18.5	127.6	7.2	49.4	0.29	0.30	8.3	8.3
Latón, bronce	16.0	110.3	6.0	41.5	0.33	0.31	8.6	8.6
Cobre	17.5	120.7	6.5	44.7	0.35	0.32	8.9	8.9
Hierro fundido gris	15.0	103.4	5.9	40.4	0.28	0.26	7.2	7.2
Hierro fundido dúctil	24.5	168.9	9.4	65.0	0.30	0.25	6.9	6.9
Hierro fundido maleable	25.0	172.4	9.6	66.3	0.30	0.26	7.3	7.3
Aleaciones de magnesio	6.5	44.8	2.4	16.8	0.33	0.07	1.8	1.8
Aleaciones de níquel	30.0	206.8	11.5	79.6	0.30	0.30	8.3	8.3
Acero al carbono	30.0	206.8	11.7	80.8	0.28	0.28	7.8	7.8
Aleaciones de acero	30.0	206.8	11.7	80.8	0.28	0.28	7.8	7.8
Acero inoxidable	27.5	189.6	10.7	74.1	0.28	0.28	7.8	7.8
Aleaciones de titanio	16.5	113.8	6.2	42.4	0.34	0.16	4.4	4.4
Aleaciones de zinc	12.0	82.7	4.5	31.1	0.33	0.24	6.6	6.6

* *Properties of Some Metals and Alloys.* International Nickel Co.. N.Y.. *Metals Handbook.* American Society for Metals, Materials Park, Ohio.

Anexo D.-Propiedades de materiales para herramientas existentes

ASSAB DF - 2 = AISI / SAE 01 Acero para trabajo en frío

ANÁLISIS TÍPICO

	C	Si	Mn	Cr	W	V
Assab DF-2	0.90%	-	1.20%	0.50%	0.50%	0.10%
Aisi / Sae 01	0.85-0.95%	0.20-0.40%	1.00-1.30%	0.40-0.60%	0.40-0.60%	(0.20%)

PROPIEDADES MECANICAS A 62 HRC

Resistencia a la compresión	3050 N/mm ² = 310 kgf/mm ²
Límite de rotura	2250 N/mm ² = 230 kgf/mm ²
Módulo de elasticidad (a 20°C)	19380 kgf/mm ²
Densidad (a 20°C)	7800 kg/m ³

TRATAMIENTO TERMICO

Recocido blando: Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 780°C. Enfriarlo en el horno 15°C por hora hasta 650°C y después libremente al aire.

Alivio de tensiones: Después del desbastado en máquina, debe calentarse la pieza en toda su masa a 650°C durante 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y luego libremente al aire.

TEMPLE

Temperatura de precalentamiento	600°C - 700°C
Temperatura de austenización	790°C - 850°C

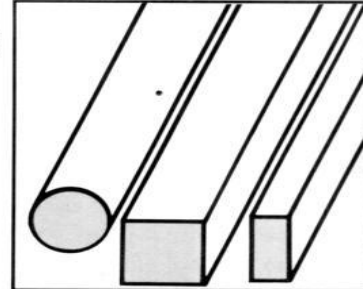
Proteger la pieza contra decarburación y oxidación durante el proceso de temple. Enfriamiento: en aceite.

GENERALIDADES

Assab DF-2 es un acero al manganeso-cromo-tungsteno. Entre sus principales características se cuentan: buena maquinabilidad, buena estabilidad dimensional en el temple y una buena combinación de gran dureza superficial y tenacidad tras el temple y revenido. Dureza de suministro del material, recocido blando a aprox. 190 Brinell.

APLICACIONES

Se recomienda para herramientas de estampado y corte, como cizallas cortas para trabajar materiales delgados en frío, cuchillas desmenuzadoras para plástico de desecho, cizalla circular para láminas de poco espesor, cartón; para herramientas de formado, como matrices para moldeo de piezas de cerámica, ladrillos, tejas; para herramienta de medición, como rieles-guía, casquillos, manguitos.



Código de color
AMARILLO

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	01
WERKSTOFF	1.2510
DIN	100MnCrW4
AFNOR	90MCW5
BS	B01
BOFORS	RT 1733
UDDEHOLM UHB ARNE	

ASSAB XW - 5 = AISI / SAE D6 (D3) Acero para trabajo en frío

ANÁLISIS TÍPICO

	C	Si	Mn	Cr	W
Assab XW-5	2.05%	0.30%	0.80%	12.5%	1.30%
Aisi/Sae D6	2.05%	0.30%	0.40%	11.5%	0.70%

PROPIEDADES MECANICAS A 62 HRC

Resistencia a la compresión	3200 N/mm ² = 325 kgf/mm ²
Límite de rotura	2200 N/mm ² = 225 kgf/mm ²
Módulo de elasticidad (a 20°C)	19790 kgf/mm ²
Densidad (a 20°C)	7700 kg/m ³

TRATAMIENTO TERMICO

Recocido blando: Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 850°C. Enfriarlo en el horno 10°C por hora hasta 650°C y después libremente al aire.

Alivio de tensiones: Después del desbastado en máquina, debe calentarse la pieza en toda su masa a 650°C durante 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y luego libremente al aire.

TEMPLE

Temperatura de precalentamiento	600°C - 700°C
Temperatura de austenización	940°C - 980°C

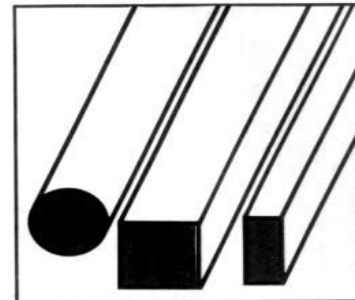
Proteger la pieza contra decarburación y oxidación durante el proceso de temple. Enfriamiento: aire-aceite.

GENERALIDADES

Assab XW-5 es un acero de alto contenido de carbón y cromo, aleado con tungsteno. Se caracteriza por: muy alta resistencia al desgaste, alta resistencia a la compresión, alta dureza superficial después del temple, buenas propiedades de endurecimiento total, buena estabilidad en el temple y buena resistencia al revenido ulterior. Dureza de suministro del material, recocido blando a aprox. 240 Brinell.

APLICACIONES

Se recomienda para aplicaciones que exijan máxima resistencia al desgaste, tales como herramientas de estampado y cizallado de materiales delgados y duros, herramientas de prensado para largas series de producción, herramientas de formado y moldes para cerámica y plásticos abrasivos.



Código de color
ROJO

EQUIVALENCIAS

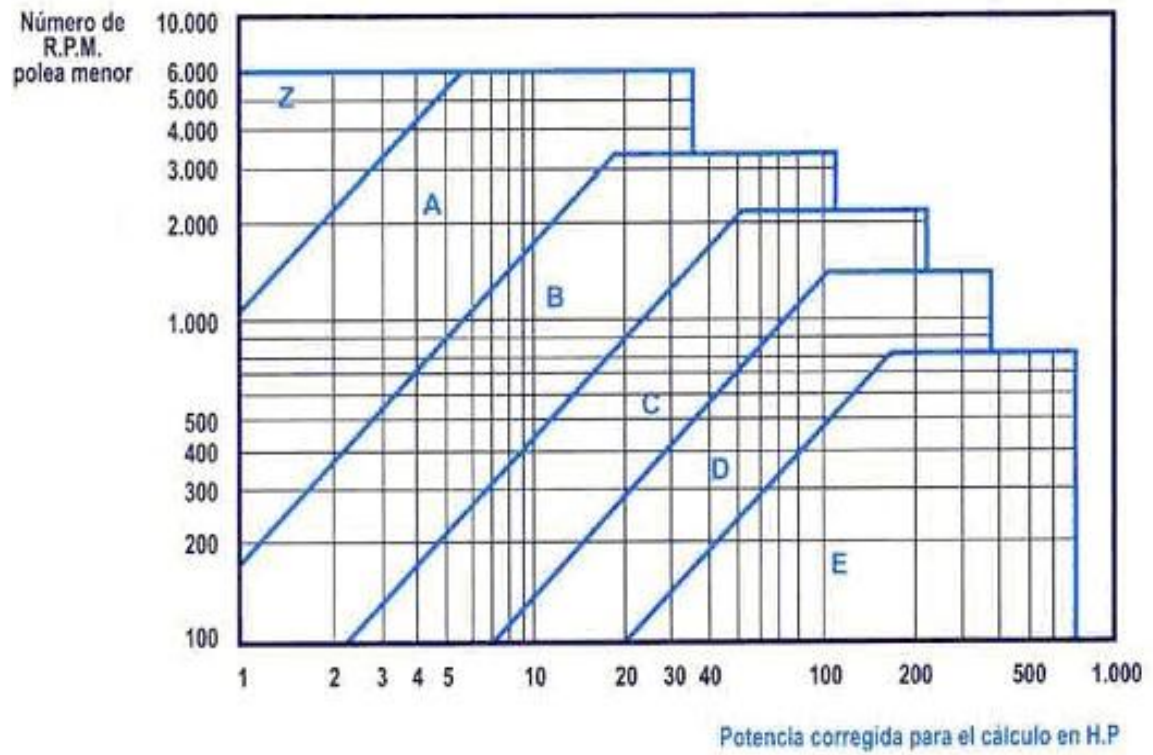
AISI/SAE	D6 (D3)
WERKSTOFF	1.2436
DIN	X210CrW12
AFNOR	Z200CW12
BS	(BD3)
BOFORS	RT 60
UDDEHOLM UHB SVERKER 3	

Anexo E.-Tabla para la rosca americana unificada, pasó normal y paso fino.

TABLA PARA LA ROSCA AMERICANA UNIFICADA, PASO NORMAL (UNC) Y PASO FINO (UNF).							
Medida nominal y paso normal			Diámetro broca agujero***	Medida nominal y paso fino			Diámetro broca agujero***
Denominación	Hilos*	Diámetro**		Denominación	Hilos*	Diámetro**	
UNC nº1	64	1.854	1.5				
UNC nº2	56	2.184	1.8	UNC nº2	64	2.184	1.85
UNC nº3	48	2.515	2.1	UNC nº3	56	2.515	2.15
UNC nº4	40	2.845	2.25	UNC nº4	48	2.845	2.35
UNC nº5	40	3.175	2.6	UNC nº5	44	3.175	2.7
UNC nº6	32	3.505	2.75	UNC nº6	40	3.505	2.95
UNC nº8	32	4.166	3.5	UNC nº8	36	4.166	3.5
UNC nº10	24	4.826	3.9	UNC nº10	32	4.826	4.10
UNC nº12	24	5.486	4.5	UNC nº12	28	5.486	4.6
UNC 1/4	20	6.35	5.1	UNC 1/4	28	6.35	5.5
UNC 5/6	18	7.937	6.6	UNC 5/6	24	7.937	6.9
UNC 3/8	16	9.525	8	UNC 3/8	24	9.525	8.5
UNC 7/16	14	11.112	9.4	UNC 7/16	20	11.112	9.9
UNC 1/2	13	12.7	10.75	UNC 1/2	20	12.7	11.5
UNC 9/16	12	14.287	12.2	UNC 9/16	18	14.287	12.9
UNC 5/8	11	15.875	13.5	UNC 5/8	18	15.875	14.5
UNC 3/4	10	19.050	16.5	UNC 3/4	16	19.050	17.5
UNC 7/8	9	22.225	19.5	UNC 7/8	14	22.225	20.4
UNC 1	8	25.4	22.25	UNC 1	12	25.4	23.25
				UNC 1	14	25.4	23.6
UNC 1.1/8	7	28.575	25	UNC 1.1/8	12	28.575	26.5
UNC 1.1/4	7	31.750	28	UNC 1.1/4	12	31.750	29.5
UNC 1.3/8	6	34.925	30.75	UNC 1.3/8	12	34.925	32.8
UNC 1.1/2	6	38.1	34	UNC 1.1/2	12	38.1	36
UNC 2	4.5	50.8	45	UNC 2	12	50.8	48.38

* hilos por pulgada. Una pulgada = 25,4 mm
 ** equivalencia en milímetros de la medida nominal ***en mm

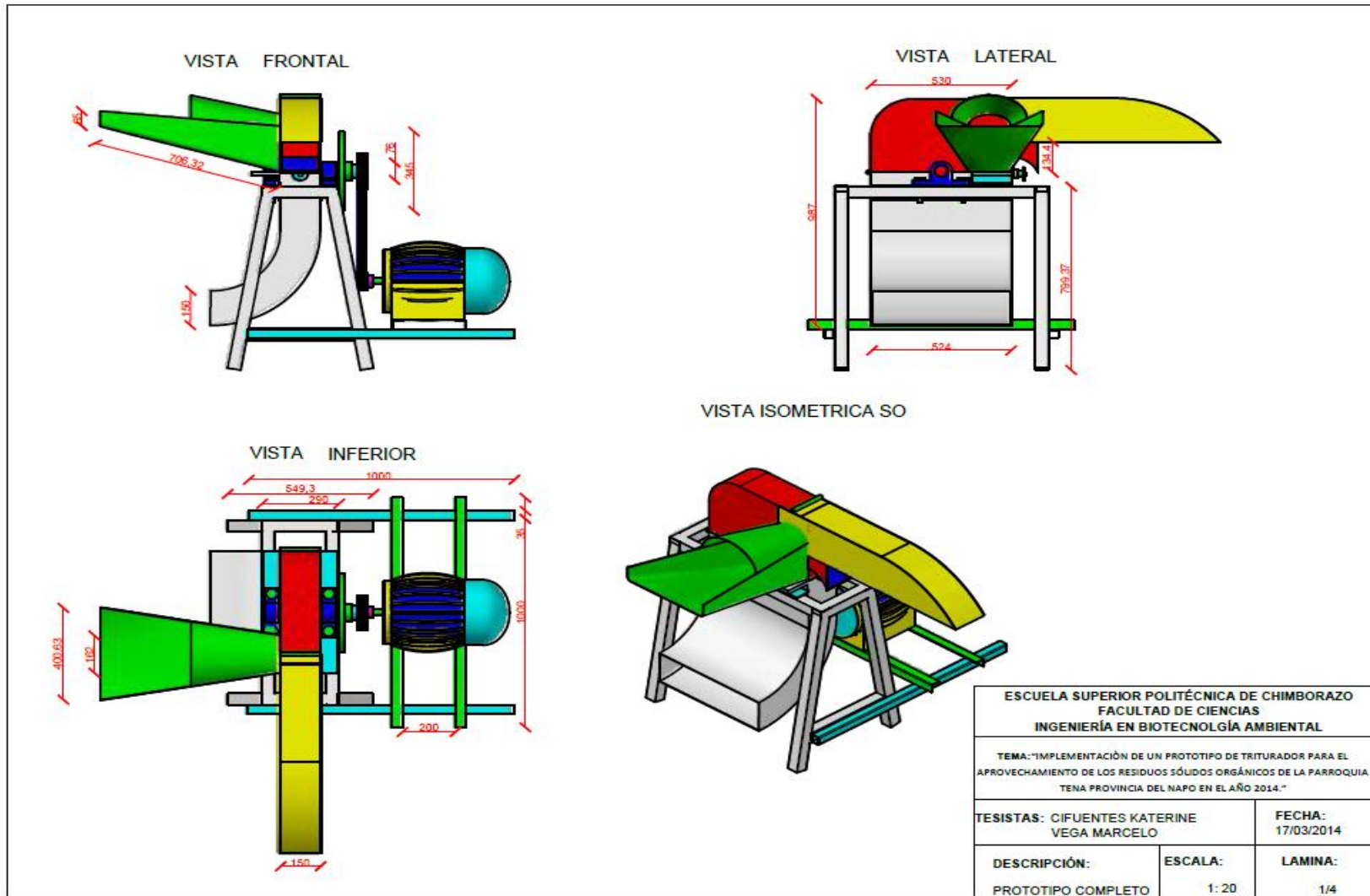
Anexo F.-Selección de bandas




Anexo G.-Experiencias de compostaje en Ecuador

Lugar	Institución responsable	Financiamiento	Tecnología utilizada	Tipo de desechos procesados	Capacidad de la planta	Problemas con la realización	Tiempo de implementación
Ambato	Misión Salesiana	Fondo Ecuatoriano Canadiense	Pre-fermentación en pilas, después troceado de los desechos gruesos y lombricultura en lechos	Desechos de agricultura y estiércoles de ganado	50 m ³ compost/mes	- Control insuficiente del proceso	No hay información
Ambato	Municipio de Ambato/ Universidad Técnica de Ambato		Compostaje en pilas, con métodos diferentes de operación por fines experimentales	Desechos biodegradables del mercado mayorista de la ciudad	100 m ³	- Falta de fondos para hacer una inversión a gran escala - Falta de instrumentos par control científico del proceso	No hay información
Cuenca	Granja integral "El Paraíso"	CARE, Promusta	Clasificación manual de desechos mixtos, lombricultura en camas a granel	Desechos vegetales proporcionados por el municipio, desechos animales y vegetales de la granja	240 m ³	- Falta de clasificación previa de los desechos	No hay información
Ibarra	Universidad Técnica del Norte/ Municipio de Ibarra		Clasificación manual de los desechos orgánicos por un obrero, compostaje en pilas, tamizado del producto	Desechos orgánicos del mercado	36.8 m ³ /mes	- Duración muy corta del proceso (4 semanas) - Contenido demasiado de cenizas	1 año (1996-1997) Proyecto piloto
Joyocoto (Guaranda, Bolívar)	Comunidad de Joyocoto	Plan Institucional Bolívar, Catholic Relief Services, Consejo Provincial de Bolívar, Municipio de Guaranda	Proceso completamente mecanizado: Separación por tamiz vibradora, banda transportadora para la separación, electroimán, picadora rotativa, compostaje con pilas aireadas + contenedor de compostaje, trituración y después tamizado del producto listo	Desechos orgánicos del mercado de Guaranda	53 t/mes	- Problemas organizacionales - Costo elevado de operación - No se utiliza la capacidad entera de la planta - No hay participación comunitaria para extender el proyecto	Desde 1994
Loja	Municipio de Loja		Clasificación domiciliar de la basura biodegradable, separación manual en el sitio, lombricultura en lechos (con riego), secado, clasificación manual y tamizado del producto	Desechos biodegradables de las casas (actualmente 50 % de la ciudad) y de los mercados, colegios, cementerio etc.	Aproximadamente 20 t/día	- Insuficiente clasificación domiciliar - Falta de fondos para mecanizar el proceso de pre- tratamiento de los desechos antes del compostaje	Desde 1997
Manglaralto (Sta. Elena, Guayas)	Comunidad de Manglaralto	Fundación Pro- Pueblo (Cemento Nacional)	Lombricultura con lechos, con riego (sistema de captación del agua)	Desechos orgánicos de la comunidad	No hay información	- Escasez de agua - Falta de conocimiento técnico - Problemas financieros para la continuación de la actividad	Desde 1997
Mindo (Pichincha)	Fundación Puntos Verdes/ Junta Parroquial de Mindo/ Municipio de Los Bancos	Las instituciones responsables más apoyo del Consejo Provincial (construcción de la infraestructura)	Clasificación domiciliar de la basura orgánica, lombricultura en lechos, tamizado del producto	Desechos biodegradables de la parroquia de Mindo	Basura de 1000 personas	- Basura demasiado gruesa por falta de picado - Problemas financieros	Desde 2000
Puerto Quito	Universidad Tecnológica Equinoccial/ Escuela Agroforestal		Compostaje en pilas (bajo plataneros o arboles cítricos)	Basura de jardín y cocina, estiércoles animales, cenizas y cal	Escala de laboratorio (10 m ²)	No hay	No hay información
Puerto Rico (Pto. López, Manabí)	Comunidad de Puerto Rico	Hostería Alandaluz, Fundación Pro- Pueblo (Cemento Nacional)	Compostaje en pilas, mezcladas con hierbas y agua.	Desechos orgánicos de la comunidad	No hay información	- Escasez de agua - Proceso muy largo (8 meses) - Problemas financieros	Desde 1995
Puyo	Corporación Saar- Entsa	Municipio de Brunek (Italia), Fundación Natura	Clasificación manual de desechos mixtos, compostaje en pilas (bajo un techo)	Desechos orgánicos mezclados de la ciudad	No hay información	- Desechos mezclados (incluido hospitalarios) - Inundación del terreno - Falta de control del proyecto - Problemas financieros	1995 - 1996
Quito	Empresa Comostec	Fondos propios de la empresa	Clasificación manual de desechos mezclados, compostaje en capas a cielo abierto. Se añaden microorganismos para acelerar el proceso.	Desechos del canal metropolitano y de los mercados	32 t/mes de estiércol, 96 t/mes de desechos biodegradables de los mercados	- Falta separación en la fuente - problemas financieros - Ubicación en la zona urbana (resistencia de la población; problemas ambientales)	Desde 1998
Riobamba	Asociación Nuevo Camino, organizaciones bariales	Municipio de Riobamba, Swissaid, GTZ	Lombricultura en lechos con control de humedad; tamizado del producto listo	Asociación Nuevo Camino: Desechos de los mercados y del canal; organizaciones bariales: basura domiciliar biodegradable	35 m ³ /día de Desechos de los mercados y del canal; organizaciones bariales: desconocido	- Problemas organizacionales en la asociación - Falta de clasificación en la fuente - Ingresos insuficientes de la comercialización	Desde 1995
Sigag (Azúay)	Municipio de Sigag, Fundación Sendas	Cuerpo de la Paz	Clasificación de desechos mixtos, lombricultura en lechos; control de plagas durante la humificación, clasificación manual del producto listo	Desechos del mercado municipal	No hay información	- Falta de separación de los desechos en la fuente - Falta de apoyo político	Desde 1996
Sta. Lucía Bravo (Guamote, Chimborazo)	Comunidad de Santa Lucía Bravo	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	Clasificación manual de desechos mixtos y lombricultura; operación de la planta en mingas	Desechos biodegradables de la comunidad y desechos del mercado de Guamote	15 m ³ /mes	- Falta de clasificación domiciliar	No hay información
Tena	Municipio de Tena		Clasificación domiciliar de los desechos biodegradables, después compostaje en lechos de homigón	Desechos orgánicos producidos por la población	Lechos con un capacidad total de 18.7 m ³	- Problemas con putrefacción anaeróbica por causa del clima - Problemas financieros para la continuación - Mala clasificación domiciliar	Desde 1995

Anexo H.-Plano del prototipo



Anexo I.-Análisis del laboratorio

 LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC	LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléf.: (03)2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR
---	--

INFORME DE ENSAYO No:	1149
ST:	14- 079 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	NA
Atn.	Marcelo Vega
Dirección:	Cdla. De los Maestros de Chimborazo, Calles Pedro Franco y Días de la Madrid
FECHA:	14 de Julio del 2014
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2014/07/03 - 10:30
FECHA DE MUESTREO:	2014/07/02 - 17:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2014/07/03 - 2014/07/14
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 275-14
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	NA
PUNTO DE MUESTREO:	Tena Centro de Faenamiento
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico-Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Marcelo Vega
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C


RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Carbono Orgánico Total	PEE/LABCESTTA/160 Oxidación Humeda / Walkley &Black	%	16,64	-	-
Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/88 Kjeldhal	%	1,20	-	-
Fósforo	PEE/LABCESTTA/86 Olsem	mg/kg	904,14	-	-
Potasio	EPA 3050B-3051A/7610	mg/kg	31,05	-	-


OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
 E INSPECCION
 LAB - CESTTA
 ESPOCH


Ing. Marcela Erazo
JEFE DE LABORATORIO

Anexo J.-Carta de satisfacción de la institución auspiciante



**GAD Municipal
DE TENA**

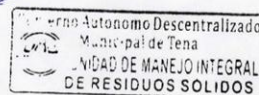
EL COORDINADOR DE LA UNIDAD DE MANEJO INTEGRADO DE DESECHOS SÓLIDOS

CERTIFICA

Que la señorita KATERINE YESSENIA CIFUENTES CAIZA, con Cédula de Ciudadanía No. 150075670-3, y el señor HUGO MARCELO VEGA ANDRADE, con Cédula de Ciudadanía No. 020197157-9, realizaron las pruebas del prototipo de triturador de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal, dando como resultado partículas con un tamaño apropiado que permitirán una descomposición en menor tiempo en la elaboración de compost, comparado con la forma tradicional de comportar, es decir desechos orgánicos sin trituración; por lo tanto se define como una prueba satisfactoria que puede aplicarse con el total de los desechos orgánicos recolectados por la municipalidad.

Tena, 31 de julio de 2014

Ing. Alfonso Bravo Noboa



Anexo K.-carta de satisfacción del proyecto presentado



Gobierno Autónomo Descentralizado
Municipal de Archidona

bella tierra de la chonta

Of. 247-SG-A-GADMA
Archidona, 01 de Agosto de 2014.

Egresados
Lic. Jose Cayambe
Katerine Cifuentes
Marcelo Vega

PROYECTO APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE ARCHIDONA PROVINCIA DE NAPO.

Ciudad

Por medio de la presente remito para su conocimiento que el **PROYECTO APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE ARCHIDONA PROVINCIA DE NAPO**, presentado por los estudiantes de la ESPOCH, la carrera de Biotecnología Ambiental el cual se dio a conocer en el centro de Faenamiento de Tena es factible para aplicarlo de manera mecanizada para manejar grandes volúmenes de materia orgánica para minimizar los olores que se producen por la descomposición de materia orgánica producida por la población.

Cuando se inicie el proyecto de compostaje en el botadero ubicado en la Comunidad de Santa María en lo posible pedir colaboración en esta área ya que los señores tienen experiencia en este tema y cuentan con los diseños de la de la maquina Trozadora que es lo más importante, además pueden ser proveedores de lombrices roja californiana que específica para este tipo de proyectos y así ganar experiencia en su vida profesional.

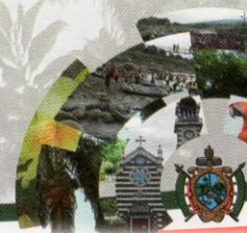
Atentamente,

Ing. Jaime Shiguango Pisango
ALCALDE DE ARCHIDONA

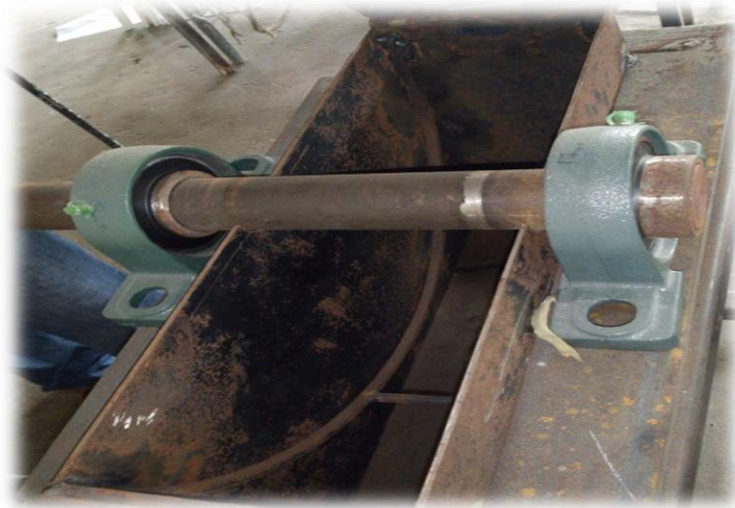


Dir: Avenida Napo y Centro Cívico
Telf: 062- 889468/ 062- 889159/062-889221
Fax: 062-889176
www.archidona.gob.ec / E-mail : municipio_archidona@yahoo.com

Archidona primera Capital de Oriente



Anexo L.- Fotografías



Fotografía 1



Fotografía 2



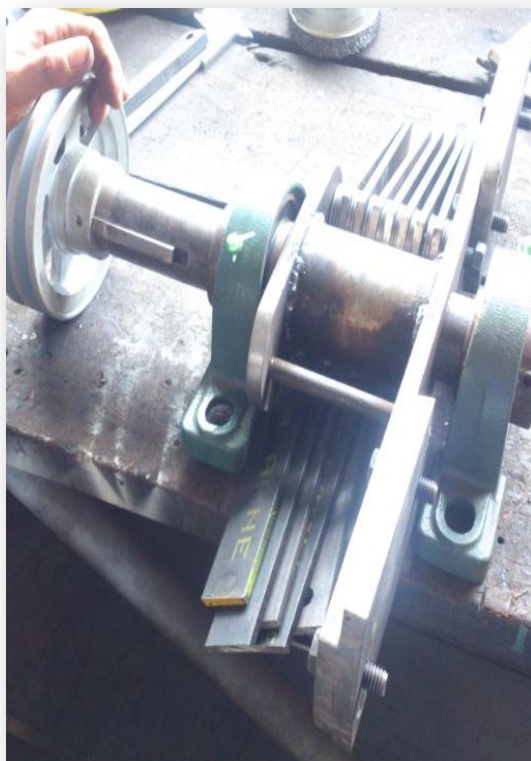
Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5



Fotografía 6



Fotografía 7



Fotografía 8



Fotografía 9



Fotografía 10



Fotografía 11



Fotografía 12



Fotografía 14



Fotografía 13



Fotografía 14



Fotografía 15



Fotografía 16



Fotografía 17



Fotografía 18



Fotografía 19



FOTOGRAFÍA 20



FOTOGRAFÍA 22



FOTOGRAFÍA 23



FOTOGRAFÍA 24



FOTOGRAFÍA 25



FOTOGRAFÍA 26