

**UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO**

**FACULTAD DE ARTES LIBERALES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**VALORACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN UNA PLANTA INDUSTRIAL  
DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO  
SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN QUE PRESENTA COMO REQUISITO PREVIO  
PARA OPTAR EL GRADO DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**AUTOR**

**MARÍA JOSÉ PALACIOS JURADO**

**TUTOR**

**JUAN CARLOS ERAZO D.**

**SAMBORONDÓN, ENERO 2017**

**VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL  
DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO  
SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.**

**APROBACIÓN TUTOR**

Por medio de la presente hago constar que he guiado y leído el trabajo de investigación que tiene como título **VALORACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLASTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS** que como requisito para la obtención del título de Ingeniería en Gestión Ambiental, ha realizado **María José Palacios Jurado**, portador de la cédula de identidad 0924233208 y código estudiantil 2011110074. En virtud de ello, comunico que el trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para su presentación.



Juan Carlos Erazo D.

**Docente de la Escuela de Ciencias Ambientales**

**UEES**

VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL  
DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO  
SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

**DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por guiar e iluminar mi trayectoria, por permitir este logro académico y por ser mi compañía durante cada paso y dificultades de mi vida. A mis padres, por su inmensa entrega y preocupación hacia mí, por ser la base fundamental y por la formación y cariño que constantemente me han brindado. A Benjamín Jurado, por afrontar junto a mí cada adversidad que se me ha presentado, por motivar a que alcance cada una de mis metas, por su apoyo incondicional y por creer en mis capacidades. Por último y no menos importante, agradezco a cada profesor que ha formado parte de mi formación profesional, quienes han sido unos ejemplos de profesionales y se han involucrado de forma empática para impulsar tanto en mi desarrollo académico como personal.

VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL  
DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO  
SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

**Valoración de los residuos generados en la planta industrial de Plásticos Tang S.A. de  
la ciudad de Durán y su reúso como sustitutos de materias primas.**

**María José Palacios Jurado**

[mjpalacios@uees.edu.ec](mailto:mjpalacios@uees.edu.ec)

Universidad de Especialidades Espíritu Santo – Ecuador

Facultad de Artes Liberales y Ciencias de la Educación, Escuela de ciencias Ambientales,

Edificio F, Universidad de Especialidades Espíritu Santo, km. 2,5 vía Puntilla,

Samborondón.

### **Resumen**

En este estudio se explora nuevas alternativas de gestión de desechos no peligrosos, específicamente polvo plástico de Tereftalato de polietileno y Rama PET que de acuerdo a la cantidad de generación podrían ser considerados como desechos especiales. Se evaluó la generación de este tipo de desechos en la empresa Plásticos Tang S.A. durante un mes, empresa catalogada como fabricante de envases plásticos. La cantidad de materia prima (entradas) empleadas para la producción de plásticos, junto con el desperdicio de polvo (salida) que se genera tras la producción son la principal materia para buscar alternativas de gestión. La presencia de residuos plásticos depositados sin ningún tipo de segregación, valoración y reúso en los botaderos ha incrementado, reduciendo las condiciones de calidad ambiental y autodepuración del suelo. De las 11.341 toneladas diarias de residuo no peligroso generadas en el Ecuador, el plástico representa el 11%. Al ser valorados los desechos, se podría sugerir nuevas alternativas para reusar los polvos de plástico anteriormente considerados, reaprovechando materia prima y contribuyendo finalmente a la reducción del impacto ambiental.

**Palabras Clave:** Tereftalato de polietileno, valorización, reciclado, reutilizar, gestión, desechos.

### **Abstract**

This study explores new non-hazardous waste management alternatives, specifically polyethylene terephthalate plastic powder and PET pulp which according to the amount of generation could be considered as special waste. The generation of this type of waste was evaluated in the company Plastics Tang S.A. During one month, company cataloged as manufacturer of plastic containers. The amount of raw material (inputs) used for the production of plastics, together with the waste of dust (output) that is generated after the production are the main material to look for management alternatives. The presence of plastic waste deposited without any type of segregation, valuation and reuse in the dumps has increased, reducing the conditions of environmental quality and self-purification of the soil. Of the 11,341 tonnes per day of non-hazardous waste generated in Ecuador,

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

plastic represents 11%. When the waste is valued, new alternatives could be suggested to reuse the plastic powders previously considered, reusing raw material and finally contributing to the reduction of environmental impact.

**Key Words:** Polyethylene terephthalate, recovery, recycling, reuse, management, waste.

### **Introducción.-**

En el Ecuador, año 2016-2017, la presencia de plásticos depositados sin ningún tipo de segregación, valoración y reuso en los botaderos de basura y rellenos sanitarios ha incrementado en los últimos años, reduciendo las condiciones de calidad ambiental del suelo de este tipo de establecimientos de salubridad municipal. Entre las prácticas que han aportado con ese incremento se destaca el uso de plásticos con una vida útil corta que son eliminados por los usuarios, como botellas de agua, alimentos y productos varios como (cloro, detergente, cremas, etc.). Los más frecuentes dentro de los residuos plásticos son el polietileno (PE) y el polietileno tereftalato (PET). Estos representan la mayor proporción de los envases usados y no son degradables, es decir, una vez que son desechados se acumulan en los rellenos sanitarios y botaderos. La descomposición de los plásticos es muy lenta y está en función de la calidad del suelo, de la cantidad de luz y del tipo de residuo plástico, así como de las condiciones mecánicas a las que está expuesto el suelo (Vázquez Morillas, Espinosa Valdemar, Beltrán Villavicencio, & Velasco Pérez, 2014).

Además, existen problemas vinculados a su mal manejo, uno de los impactos ambientales más destacados es su contribución al agotamiento de los recursos no renovables, se estima que 4% del petróleo y gas extraídos tiene fines específicos para la elaboración de materia prima para la producción de plásticos, y se calcula que entre el 3 - 4% para generar la energía demandada en su manufactura (Vázquez Morillas, Espinosa Valdemar, Beltrán Villavicencio, & Velasco Pérez, 2014).

## VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

En Ecuador se generan alrededor de 11.341 toneladas diarias de residuo no peligrosos, es decir, 4' 139.512 tm/año aproximadamente, el 61,4% representan desechos orgánicos, el 9.4% es papel y cartón, plástico constituye el 11%, vidrio un 2.6%, chatarra 2.2%, y 13.3% otros desechos. En el país únicamente el 20% de los municipios cuentan con rellenos sanitarios, el 80% restante cuentan con botaderos. Durán, con una población de 235 769 habitantes aproximadamente, y genera alrededor de 200 toneladas de residuos sólidos diarios (Ministerio de Ambiente Ecuador, 2013), lo cual requiere grandes extensiones de terrenos para depositar el total de desechos generados por la población y las empresas del cantón.

Estos desechos van a parar al botadero ubicado en el km 14½ de la vía Durán-Boliche. Los desechos son cubiertos con tierra, sin una separación de materiales con fines de reciclaje ni tratamiento previo realizado formal y planificadamente, con el fin de reducir la contaminación (El Universo, 2013), el objeto es que cada vez menor cantidad de residuos llegue a ese sitio, disminuyendo la vulnerabilidad y los impactos asociados a este tipo de infraestructura.

Dentro del Parque Industrial del cantón Durán, Plásticos Tang S.A. es una empresa dedicada a la fabricación de envases plásticos, destinada a brindar servicios a la industria alimenticia, farmacéutica, agrónoma, petrolera, cosmética, entre otras. Las materias para la elaboración de su variada gama de productos son: polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET), RAMA PET (Plásticos Tang S.A., 2011). La gama de productos de Plásticos Tang S.A varía desde tapas, botellas PET, botellones PET, pomos PE, vasos PET y preformas presentadas en una serie de gramos y tamaños (Plásticos Tang S.A., 2011).

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

Durante el proceso productivo de la elaboración de plástico con materia prima importada de China, existe una pérdida de materia (polvo PET / rama PET de tamaño superior a 1 mm de diámetro) la cual es colocada en envases para ser recolectada por los camiones recolectores de desechos no peligrosos de la municipalidad de Durán y con el fin de ser enviados al botadero ubicado en el km 14½ de la vía Durán-Boliche; dejando de reusar estas como sustitutos de materias primas del proceso productivo, debido a la inexistencia de una valoración de residuos producidos en Plásticos Tang S.A.

Estos desechos de polvo plástico (PET y rama PET) que son retirados por el servicio de recolección de desechos de la municipalidad de Durán, pueden ser valorados y usados en procesos dentro de la planta de Plásticos Tang o en otros procesos como la fabricación de ladrillos o bloques, o en la industria de la construcción en general.

Mediante la presente investigación, se busca realizar una valoración de la composición de los residuos y el contenido energético (materia prima) de estos al ser generados en la Planta Industrial Plásticos Tang S.A. de la ciudad de Durán; se efectuará por medio de la obtención de información interna con la finalidad de reducir al mínimo la cantidad de residuos plásticos generados por la empresa, reaprovechando y reutilizando los mismos como sustitutos de materias primas de nuevos procesos y contribuyendo a la reducción del impacto ambiental ocasionado por la generación de desechos sólidos no peligrosos. Los desechos sólidos no peligrosos, por el volumen eventualmente pueden ser considerados o podrían ser clasificados como desechos especiales de acuerdo a los lineamientos normativos ambientales vigentes.

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

Por lo cual se determinaron los procesos productivos dentro de la planta de elaboración de plásticos en la Planta Industrial de Plásticos Tang .S.A., que generan residuos de plásticos PET/ rama PET. Seguido por la contabilización en kilogramos (peso) de las cantidades de residuos plásticos generados por la Planta Industrial de Plásticos Tang S.A.; por último se realizará una valorización de la composición de los residuos y el contenido energético (materia prima) para proponer una alternativa de gestión de los residuos de polvo (PET / rama PET) plásticos generados por la Planta Industrial de Plásticos Tang .S.A.

Parte de un proceso de observación que se respalda por un proceso documental e histórico de los procesos y la forma en que estos se desarrollan, se ha procedido a elaborar flujogramas del proceso productivo donde se mencionan las entradas y salidas por cada sub-proceso para la elaboración de los productos plásticos de Plásticos Tang S.A. Además, se ha determinado que para la elaboración de fundas, botellas, botellones, vasos copa, preformas PET/RAMA PET y tapas, son los procesos donde se elimina polvo PET/RAMA PET con tamaño superior a 1mm de diámetro sin opción a reintroducirlo a un subproceso dentro de la empresa, surgiendo la necesidad de proporcionar una valorización del mismo para su aprovechamiento.

Una vez identificado el proceso productivo que está generando desechos especiales, se ha procedido a determinar la cantidad de polvo PET/RAMA PET generados en la producción de plásticos durante un mes en la empresa de Plásticos Tang S.A.; se ha usado el siguiente planteamiento para poder determinar esto: De acuerdo a la cantidad de materia PET / RAMA PET que se usa diariamente en la producción de productos plásticos, cuál es



VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

el porcentaje de pérdida diario y el polvo PET / Rama PET generado, simboliza un valor representativo para ser reusado y aprovechado.

Una vez que se conoce la cantidad de desecho especial generado, se ha consultado bibliográficamente las oportunidades de reúso o de valoración que este tipo de desecho puede tener, las mismas cumpliendo con lo que determina la estructura legal para la gestión de desechos especiales contenida en el Acuerdo Ministerial No 06, menciona en el **Artículo 123**, lo siguiente *“bajo el principio de jerarquización de los mismos y el de responsabilidad extendida del productor, es obligatorio para las empresas privadas generadoras del desecho, el impulsar y establecer programas de aprovechamiento - tratamiento o reciclaje como medida para la reducción de la cantidad de desechos peligrosos y/o especiales a disponer finalmente. Se incluyen para el aprovechamiento-tratamiento, procesos físicos o químicos, valorización térmica, u otros que reduzcan la cantidad y peligrosidad de los desechos”*. Los procesos de aprovechamiento-tratamiento de los residuos peligrosos y/o especiales, deberán considerar:

a) Cuando los desechos peligrosos y/o especiales ingresen a un nuevo ciclo productivo, se deberá llevar actas de entrega-recepción de los mismos por parte de los gestores ambientales autorizados por la Autoridad Ambiental competente. Si del proceso de aprovechamiento se generaren desechos, éstos deberán ser entregados al prestador del servicio.

b) Todos los sistemas de aprovechamiento se los realizará en condiciones ambientales, de seguridad industrial y de salud, de tal manera que se minimicen los

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

riesgos; deberán ser controlados por parte del prestador del servicio y de las autoridades nacionales, en sus respectivos ámbitos de competencia.

c) Cuando el aprovechamiento de los desechos peligrosos y/o especiales se los realice como materia prima para la generación de energía, este tipo de actividad deberá ser sometido a la aprobación de la Autoridad Ambiental Nacional.

d) Todas las empresas, organizaciones o instituciones que se dediquen a la valorización, reúso o reciclaje de los desechos peligrosos y/o especiales deben realizar las acciones necesarias para que los sistemas utilizados sean técnica, financiera, social y ambientalmente sostenibles.

e) La recuperación y aprovechamiento de los desechos peligrosos y/o especiales deberá efectuarse según lo establecido en la normativa ambiental vigente.

f) Los procesos de aprovechamiento deben promover la competitividad mediante mejores prácticas, nuevas alternativas de negocios y generación de empleos (MAE, 2015).

### **Marco teórico.-**

El PET o polietileno tereftalato son termoplásticos que al calentarse, son viscosos y al enfriarse se solidifican, el proceso de calentado y enfriamiento para la solidificación puede ser de forma repetitiva sin que el material pierda sus propiedades (Hachi Quintana & Rodríguez Mejía, 2010). El RAMA PET o RAMAPET es una resina de copolímero PET empleado para la elaboración de una extensa gama de envases. La ventaja de la resina es que es resistente (Indorama Ventures, 2011).

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

El polietileno o también conocido como PE, es un polímero termoplástico semicristalino, a partir de cierta temperatura menor a la descomposición, es moldeable y al enfriarse se solidifica y mantiene la forma previamente moldeada. Dependiendo de la presión a la cual sea sometido el polietileno, este se clasifica en polietileno de alta densidad (PEAD) o de baja densidad (PEBD) (Martín Clavijo, 2012) .

Actualmente Plásticos Tang S.A., cuenta dentro de su nómina de personal interno a 40 trabajadores. Haciendo referencia a los procesos productivos, el proceso que genera mayor cantidad de desechos es el proceso productivo para la elaboración de Pomos a base de PE, sin embargo, el scrap de PE puede ser reintegrado en su totalidad al proceso productivo para la elaboración de pomos. En la elaboración de Preformas existe una mayor demanda de materia prima; es indispensable hacer énfasis que la empresa Plásticos Tang S.A. reutiliza el scrap de plástico (el scrap es generado en la fuente de producción y es 100% reciclable (University of Cambridge, 2005) de todos sus procesos y por medio de una serie de subprocesos, el scrap está listo para ser reutilizado en las entradas iniciales para la elaboración del producto deseado.

Un proceso productivo genera bienes y servicios, transformando materias, insumos, energía, maquinarias, herramientas y combustibles, conocidas como *entradas*, mediante procedimientos denominados procesos unitarios, que son estandarizados para cada producto fabricado, usando mano de obra calificada para aquello (Benavides Gallegos, 2009).

Las *entradas* indicadas anteriormente, al interactuar con el agua, aire y suelo conocidos como factores ambientales, generan *salidas* que pueden ser de tres tipos,

## VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

descargas, vertidos y emisiones, así como los productos terminados, servicios o bienes de producción (Benavides Gallegos, 2009). Una emisión es la trasmisión de sustancias contaminantes del aire desde una fuente hacia la atmósfera; una descarga son residuales líquidos provenientes de una actividad del proceso productivo, aguas de abasto cuya calidad se ha degradado por el empleo que se le ha otorgado; por último, un vertido es la salida de residuos líquidos o sólidos ya sea por una tubería o contenedor alterno no habilitado para contenerlos o transportarlos, en vertidos sólidos es frecuente que sea sobre terrenos (Municipio del distrito metropolitano de Quito, 2005).

### ➤ **Proceso productivo de Plásticos Tang S.A.**

Descripción de las operaciones unitarias de cada proceso productivo para la elaboración de plástico.

#### ✓ **Extrusora**

Es un proceso en la que un material fundido atraviesa una boquilla para producir un artículo constante (Beltrán & Marcilla, 1998). Durante la extrusión, se agrega de forma sólida la materia prima y como resultado se obtiene la fundición de la misma.

#### ✓ **Moldeo por soplado de polietileno**

Proceso para elaborar piezas de plástico huecas por medio de la expansión del material (Díaz del Castillo Rodríguez, 2012).

#### ✓ **Deshumecedor**

El aire húmedo atraviesa la batería del evaporador, donde se enfría a grados inferiores de su temperatura de rocío, el resultado es que la humedad se condensa en forma de agua que será recirculada en el proceso productivo. (Gratwick, 1971).

## VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

### ✓ **Inyectora**

Se funde un material con el fin de inyectarlo en el interior de un molde a través de un orificio llamado compuerta. Una vez inyectado, se enfría dentro del molde, seguido por su solidificación y el resultado es la pieza o producto deseado (QuimiNet, 2011).

### ✓ **Calentador**

Es un calentador infrarrojo rotativo que lleva elementos con fuerza de penetración alta para calentar el interior y exterior de las preformas uniformemente.

### ✓ **Sopladora de PET**

Equipo donde el aire ingresa a presión dentro del precursor, expandiendo la preforma contra las paredes del molde, formando la botella del tamaño y forma requerida. (Beltrán & Marcilla, 1998).

### ✓ **Tolva**

Conducto cilindro que alcanza temperaturas elevadas, como consecuencia la materia prima se torna uniforme y se plastifica.

### ✓ **Cortadora de tapa**

Equipo o máquina especializada para el ranurado de tapas plásticas, realiza el anillo antirrobo.

### ✓ **Molino**

De tipo rotatorio abierto permitiendo moler las botellas, plásticos, sin necesidad de aplastarlas antes. El molino de cuchillas giratorias, tritura las botellas hasta obtener como resultado hojuelas con dimensiones específicas (Medina García, Saldaña Durán, Hernández Ramón, & Becerra Alzando, 2011).

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

### ✓ **Separador de polvo superior a 1mm o molienda**

Los plásticos cortados (scrap) cursan una molienda rotatoria donde las paredes presentan agujeros para que el polvo de 1mm atraviese los mismos por gravedad.

### ✓ **Separador de metal o separador electrostática**

El scrap, por sus procesos previos a ser molido, puede contener aluminio. Se utiliza la separación electrostática para separar el aluminio o impurezas metálicas (Sunstrike, 2015).

### ✓ **Cristalizado**

Proceso que atraviesa el plástico granulado y su coloración se torna opaco, con el fin de que los polímeros adopten un comportamiento elástico (Unidad de Negocio Químico-Plástico, 2008)

### ✓ **Peletizado**

El plástico granulado es fundido y atraviesa un tubo delgado tomando forma de fideo, en un baño de agua es enfriado seguido por un proceso de corte en pedacitos, para producir el denominado “pellet” (Vélez Bone & Mosquera González, 2011).

Esta investigación únicamente se enfoca en los procesos que generan desechos que no están siendo reusados y que no han sido valorados dentro del proceso productivo, para los demás procesos que reutilizan desechos se tratará de dar pautas para que la optimización y reuso de los mismos sea lo más eficiente posible.

Del proceso productivo en el que se generan desechos que no están siendo reusados, ni valorados energéticamente, el objetivo es proponer una alternativa de uso, para evitar que estos vayan a parar al botadero de basura o relleno sanitario de la localidad y constituyan un problema para la salubridad pública.

## VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

Los desechos por el volumen que se generan entrarían dentro de la clasificación legal de la normativa ecuatoriana, Acuerdo Ministerial No 061, publicado en el Acuerdo Ministerial Edición Especial No 316, de 04 de mayo del 2015, que define los desechos especiales como: *“Aquellos desechos que sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar al ambiente o a la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación y, para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reúso y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de desechos generados, evitar su inadecuado manejo y disposición, así como la sobresaturación de los rellenos sanitarios municipales”* (Ministerio de Ambiente, 2015). Por lo que este tipo de desechos se ajusta a esta definición, lo que se va a determinar como un objetivo de la presente investigación es la cantidad que se está generando en un período de tiempo determinado con la finalidad de conocer la cantidad de este tipo de desechos y para qué tipo de reúso o valoración es viable.

Sumado a lo anterior, lo que se quiere proponer para la empresa es el cumplimiento del **Artículo 83** del referido Acuerdo, mismo que menciona que las Fases de un Sistema de Gestión Integral de Desechos Peligrosos y/o Especiales son:

- a) Generación;
- b) Almacenamiento;
- c) Recolección;
- d) Transporte;
- e) Aprovechamiento y/o valorización, y/o tratamiento, incluye el reúso y reciclaje y;

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

f) Disposición final.

El objetivo principal es el cumplimiento de los literales c, d, e y f, ya que actualmente no se los cumple, al interno de Plásticos TANG, aunque la proyección y finalidad sea que en el corto plazo el literal d, no sea considerado, porque la valorización y reuso se pretende realizar en la propia Empresa.

Con base a estos procesos que han sido detallados teóricamente, parte de este trabajo se enfoca en establecer los procesos productivos con entradas y salidas, graficando cada uno de ellos y determinando esquemáticamente la secuencia de cada una de las operaciones unitarias, lo cual será incluido en el ítem resultados.

### ➤ **Reutilización de PET / Rama PET**

La reutilización y el reciclaje, favorecen en la reducción de la generación de desechos y por ende en la disminución de impactos directos e indirectos al ambiente (reductores de calidad ambiental).

Con base a un estudio publicado por la revista INVI, el Polietileno Tereftalato o también conocido como PET, puede ser reciclado y reintegrado a procesos productivos para la elaboración de fibra poliéster, madera plástica, flejes, láminas para termo-formados, aditivos para pavimentos, entre otros (Gaggino, 2008).

En un estudio experimental realizado por Hasan Dweik, Mohamed Ziara, y Mohammed Hadidoun (2007), se reemplazó parte de la arena empleada para el hormigón, cemento y mortero, por residuos de plástico molido; el programa fue efectivo. Según B. Melbouci, S. Sandoun y A. Bilek (2014), la introducción de plástico para reforzar la



# VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

mezcla de asfalto no sólo es una solución para reciclar los materiales, sino que también es económica y eficiente para mejorar la resistencia a la deformación permanente del asfalto.

## **Metodología.-**

### **Área de estudio**

Plásticos Tang S.A. es una empresa que se encuentra ubicada en la provincia del Guayas, parroquia Eloy Alfaro, km. 5.5 de la carretera Durán Tambo – Vía Yaguachi, cantón Durán – Ecuador; fundada en marzo del 2003. Esta empresa elabora fundas plásticas PET, pomos de 1 galón PE, botellones PET de 5 litros, 10 litros, 4 litros y 5 galones, botellas PET de 500 mililitros color azul o natural, botellas PET de 1 litro, ¼ de litro de color natural o azul, tapas PET color azul, vasos copa PET color natural, preformas PET y RAMA PET color natural y azul, para luego ser adquirido por los compradores / consumidores.



**Ilustración 1** (Obtenida vía google maps, mapa satelital donde se muestra la ubicación de la empresa)

### **Método**

El estudio de investigación exploratorio con un enfoque correlacional, es de carácter cuantitativo con un alcance analítico y un método teórico. Se consideraron tres

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

fases, la fase de revisión bibliográfica o estado del arte, la fase de campo y la fase de análisis de información.

### **Fase de revisión bibliográfica**

En la fase de revisión bibliográfica se reúne en base a dos tipos de fuentes: primarias y secundarias. Las fuentes primarias constituyen documentos originales, apuntes de investigación, noticias, fotografías, sumadas a la observación de los procesos productivos *in situ* y la generación de aspectos, impactos y riesgos que se generan durante el desarrollo de los mismos; las fuentes secundarias se basa en la recopilación de fuentes bibliográficas competentes al tema.

### **Fase de Campo**

La fase de campo, se realizó con la recopilación de datos en un periodo de tiempo de treinta días (un mes), siendo la fecha inicial el 14 de noviembre y la fecha final el 14 de diciembre, tiempo durante el cual se registraron en una ficha de datos las cantidades en volúmenes de desechos generados en los procesos considerados para este estudio. Las variables consideradas son:

- Las entradas: expresadas en kilogramos de materia prima PET / RAMA PET, empleada para la producción diaria de los productos plásticos de la empresa;
- Las salidas: expresada en kilogramos, polvo PET / RAMA PET, de tamaño mayor a 1mm de diámetro, generado durante el proceso de separación de polvo (molido) para el reciclaje del scrap diario, esta salida se convertiría en un vertido que generalmente tiene como destino final algún botadero de basura (observar Ilustración 2).

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.



**Ilustración 2** (Equipo molienda o separador de polvo PET / rama PET superior a 1 mm)

### **Fase de procesamiento de información**

En la fase del procesamiento de información se evalúan los sujetos de estudio, los volúmenes en kilogramos de las entradas y salidas diarias involucradas durante el mes seleccionado, el porcentaje de pérdida de la producción diaria, porcentaje de pérdida de la producción durante el mes evaluado; en base a estos valores se puede realizar proyecciones mensuales y anuales, para establecer un área de almacenamiento y posibles empresas que puedan usar este material como parte de sus procesos productivos, principalmente empresas de agregados para la construcción.

### **Resultados.-**

A continuación se detallan por medio de flujogramas, los procesos productivos con las operaciones unitarias de cada uno de ellos, también se indican las entradas y las salidas, por tipo de producto fabricado por la Empresa PLÁSTICOS TANG S.A.

VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

✓ Elaboración de fundas plásticas PET

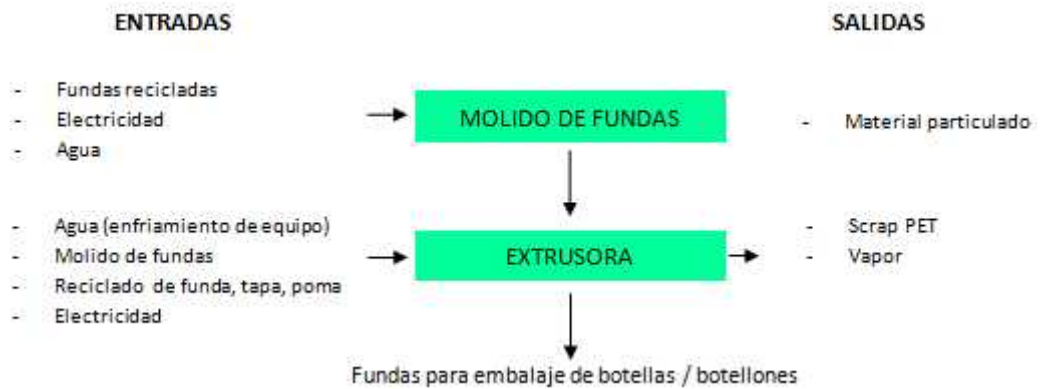


Figura 1. (Proceso productivo para la elaboración de fundas plásticas PET)

En la Figura 1 se muestra los subprocesos para la elaboración de Fundas plásticas PET; en el molido de fundas se emplea energía, las fundas plásticas para ser molidas y agua para la mezcla, el material particulado es la salida de éste sub-proceso. En el proceso de extrusión, se utiliza agua para el enfriamiento del equipo, molido de funda y otros reciclados de PET para la elaboración de las fundas, junto con la energía para el funcionamiento del equipo; las salidas son el scrap de PET de las fundas con fallas, vapor del agua que se utiliza para el enfriamiento de la máquina.

✓ Pomas de 1 galón PE

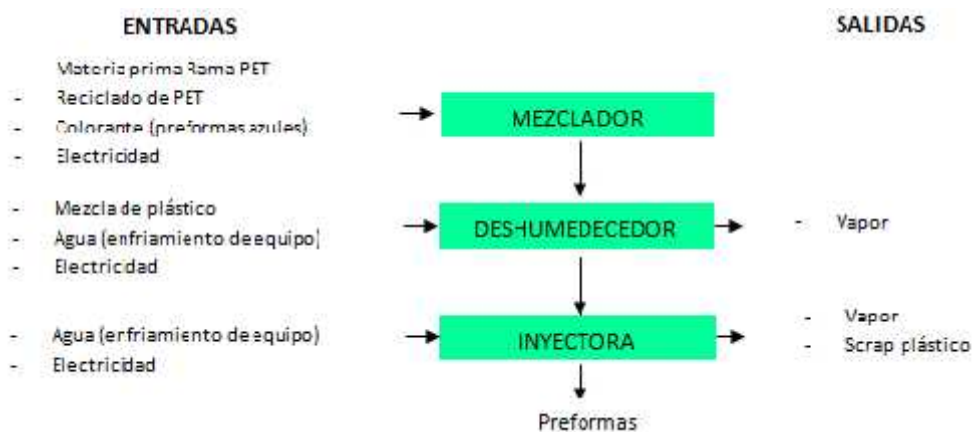


Figura 2. (Proceso productivo para la elaboración pomas PE)

## VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

En la **Figura 2** se muestra el proceso para la elaboración de pomas PE, donde en el sub-proceso de Sopladora de polietileno, se utiliza energía y agua para correcto el funcionamiento del equipo, la materia prima PE junto con reciclado de PE posterior al peletizado; las salidas representan las pomas con fallas consideradas scrap de PE y el vapor de agua del enfriamiento del equipo.

### ✓ Preformas RAMA PET (color natural o azul)



**Figura 3.** (Proceso productivo para la elaboración de preformas)

En la **Figura 3** se evidencian los sub-procesos para la elaboración de preformas ya sean color natural o azules. En el proceso de mezclado, además de energía, se utiliza materia prima, reciclado de RAMA PET / PET y de acuerdo a la necesidad, se coloca colorante en polvo azul; durante esta fase no se presentan salidas. Durante el sub-proceso de Deshumecedor, se procesa la mezcla de plásticos, eliminando la humedad contenida en la materia y como resultado vapor de agua, para el correcto funcionamiento del equipo se utiliza agua y parte del vapor que se menciona como salida, es del agua usada para el enfriamiento del equipo. En la Inyectora, el material fundido se inyecta en un molde,

VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

tomando la forma deseada; las salidas durante el proceso de inyección es vapor de agua y scrap de plástico de las preformas que presentan fallas.

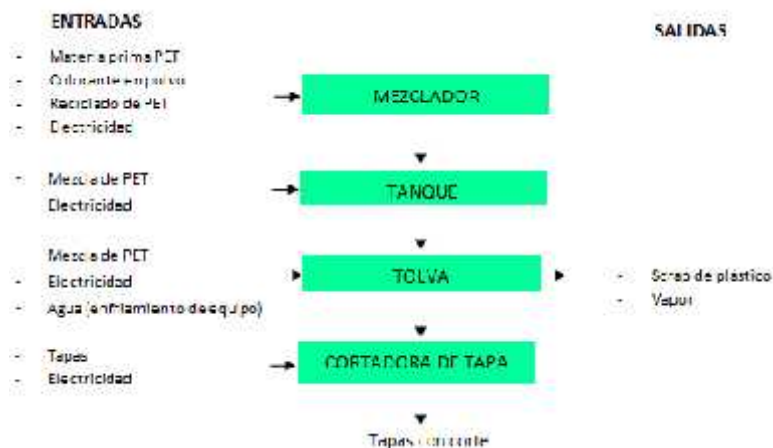
- ✓ Botellas/botellones PET de 500 mililitros, ¼ de litro, 4, 5 10 litros, 5 galones, vasos copa PET



**Figura 4.** (Proceso productivo para la elaboración de botellas, botellones y vasos copa PET)

Haciendo referencia a la **Figura 4**, el flujograma aplica para la elaboración de botellas, botellones y vasos copa. En el sub-proceso de calentado, ingresan las preformas que varían de tamaño según sea el requerimiento y producto a elaborar y éstas se calientan. Las preformas calientes ingresan al proceso de soplado de PET donde el material caliente será soplado dentro de un molde, tomando la forma deseada; las salidas son los productos con fallas y el vapor del agua que es usada para el enfriamiento del equipo de soplado.

- ✓ Tapas PET



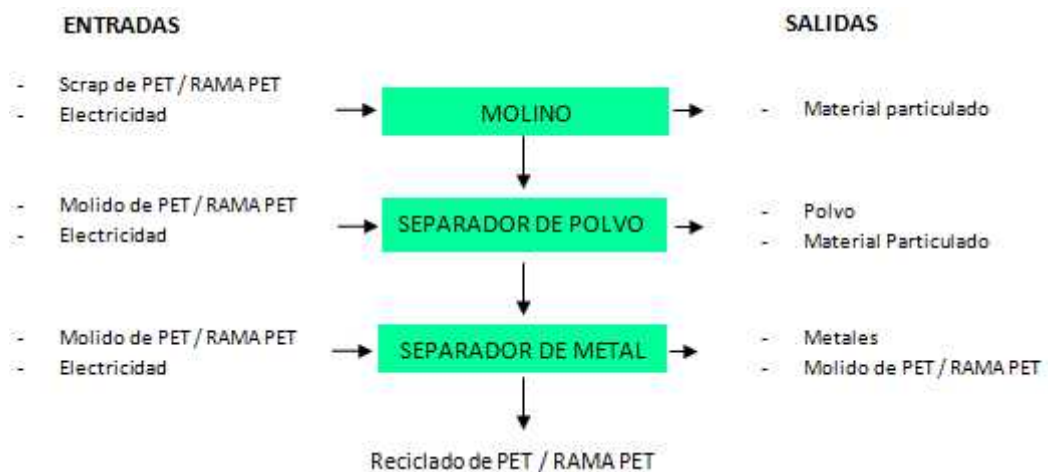
# VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

**Figura 5.** (Proceso productivo para la elaboración de Tapas PET)

Haciendo alusión a la **Figura 5**, para la elaboración de tapas de distintos tamaños, atraviesan una serie de sub-procesos. En el mezclador se utiliza la materia prima con el reciclado de material plástico, se usa colorante en polvo dependiendo del color de tapa requerido. Una vez que se ha realizado la mezcla, el material ingresa a un tanque donde será aspirado el material ingresando a la Tolva; en la tolva se caliéntala mezcla y por unos moldes se le proporciona la forma a las tapas. En el proceso de tolva el scrap que se produce es de las tapas con fallas. Una vez obtenidas las tapas, ingresan por la cortadora de tapa donde a las tapas se les hace un corte horizontal para el abre fácil.

## Reciclado

### ✓ Molino de PET/RAMA PET



**Figura 6.** (Proceso productivo para el reciclado de PET/RAMA PET)

En la **Figura 6** se muestran los sub-procesos para el reciclado de material PET y RAMA PET. Una vez que se ha reunido el scrap de plástico, ingresa al molino donde el material será cortado en pequeños pedazos, lo que se genera es material particulado disperso durante este sub-proceso. Una vez que se ha molido el scrap, ingresa por el

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

separador de polvo, equipo que funciona también con electricidad y se basa en movimientos rotatorios; por pequeños orificios se separa el polvo del molido de plástico. Como último sub-proceso, el molido atraviesa el separador de metal, para asegurar la pureza y calidad del reciclado de PET / RAMA PET.

### ✓ Molino de PE



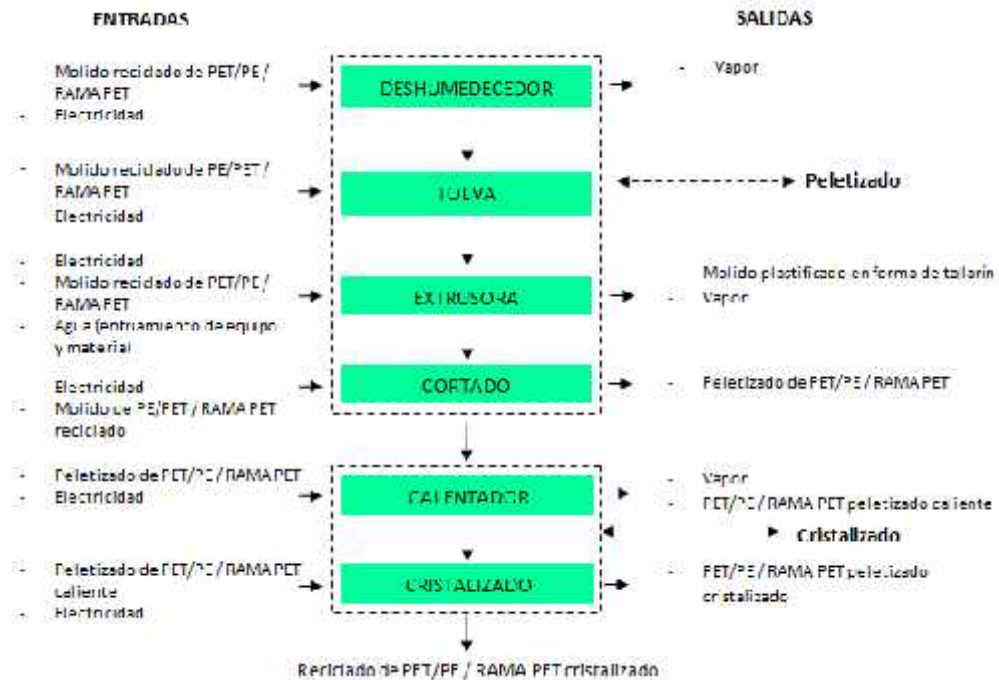
**Figura 7.** (Proceso productivo para el reciclado de PE)

Para el proceso de reciclado de scrap de PE, en la **Figura 7** se muestra que el scrap atraviesa un sub-proceso para cumplir con los requerimientos y ser incluidos nuevamente al proceso productivo de la elaboración de productos PE. En el molino, las entradas son el scrap de PE y se utiliza electricidad para el funcionamiento del equipo, el molino muele el scrap y durante el molino se emiten al aire material particulado.



VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

✓ Peletizado y Cristalizado (material reciclado)



**Figura 8.** (Proceso productivo para el peletizado y cristalizado de material reciclado PE/PET)

En la **Figura 8** se muestra el proceso de Peletizado y cristalizado, procesos que deben atravesar los reciclados de plástico ya sea PE o PET / RAMA PET para cumplir con los requerimientos de calidad de los productos plásticos de la empresa. El molido de PET / RAMA PET y PE ingresan por el Deshumedecedor, seguido por la tolva, en el proceso de extrusora, el material ya fundido toma forma de tallarín, el cual es enfriado utilizando agua para seguir con el sub-proceso de corte. Durante el cristallizado los polímeros adopten un comportamiento elástico.

De los procesos anteriormente elaborados, el que genera vertidos que no están siendo actualmente gestionados es o son: fundas, botellas, botellones, vasos copa, preformas PET/RAMA PET y tapas en base a esta identificación de procesos, se procedió

**VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.**

a monitorear las cantidades de polvillo superior a 1 mm de diámetro, generadas entre el 14 de noviembre y 14 de diciembre del 2016.

De acuerdo al segundo objetivo, en la **Tabla 1**. Se evidencia la cantidad de materia PET / RAMA PET que se usa diariamente en la producción de productos plásticos (entradas), el porcentaje de pérdida diario y el polvo PET / RAMA PET generado (salidas).

**Tabla 1.** (Registro de las cantidades en Kg. de las entradas y salida diarias de los procesos productivos de PET/RAMA PET, junto con el porcentaje de pérdida de producción diaria)

<b>Registro de peso PET/RAMA PET(entradas) y Polvo (salida) diario, porcentaje de pérdida diaria</b>					
Fecha/ Variables	MP PET + MP RAMA PET	Polvillo	% Pérdida	Almacenamiento	Observaciones
	Kg.	Kg.			
14-nov	897,75	114	12,70	SI	No existe bodega específica para el almacenamiento de este desecho.
15-nov	1565,44	43	2,75	SI	
16-nov	2179,56	74	3,40	SI	
17-nov	2317,92	93	4,01	SI	
18-nov	2308,47	61	2,64	SI	
19-nov	226,26	74	32,71	SI	
20-nov	201,12	93	46,24	SI	
21-nov	2597,72	17	0,65	SI	
22-nov	2346,21	18	0,77	SI	
23-nov	2415,57	18	0,75	SI	
24-nov	2059,91	19	0,92	SI	
25-nov	2427,82	19	0,78	SI	
26-nov	201,12	15	7,46	SI	
27-nov	517,1	14	2,71	SI	
28-nov	2337,47	19	0,81	SI	
29-nov	3940,276	20	0,51	SI	
30-nov	4297,12	20	0,47	SI	
01-dic	5014,089	0	0,00	-	
02-dic	4544,045	21	0,46	SI	
03-dic	2625,875	0	0,00	-	
04-dic	2548,288	0	0,00	-	
05-dic	3609,392	0	0,00	-	
06-dic	3097,16	0	0,00	-	

**VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.**

07-dic	4246,62	0	0,00	-
08-dic	5055,1	14	0,28	SI
09-dic	4213,6525	15	0,36	SI
10-dic	475,98	57	11,98	SI
11-dic	226,26	35	15,47	SI
12-dic	1649,47	56	3,40	SI
13-dic	1639,45	0	0,00	-
14-dic	1823,7	50	2,74	SI
<b>Total</b>	73605,92	979	-	-

A continuación, en la **Tabla 2**, se observa el promedio de la generación de polvo PET / Rama PET superior a 1 mm durante los 30 días entre el 14 de noviembre y el 14 de diciembre del 2016, junto con la cantidad máximo y mínimo de generación de polvo.

**Tabla 2.** (Cantidad promedio de polvo generado entre noviembre y diciembre, cantidad máxima y mínima de generación)

<b>Cantidad de Polvo</b>		
<b>Promedio</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
<b>kg.</b>	<b>kg.</b>	<b>kg.</b>
31,58	114	14

En el período de tiempo, se empleó un total de 73.607 kg. (74 toneladas aproximadamente) de PET y RAMA PET para la elaboración de los productos plásticos, durante ese periodo de tiempo en total se generó 979 kg. (cerca de 1 tonelada) de polvo PET/ RAMA PET, lo que representa una pérdida total del 1,35% de la producción por mes.

En la **Figura 9.** se representa el porcentaje de pérdida de la producción total durante un período de un mes, de los procesos productivos en donde se genera el polvo:

## VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.



**Figura 9.** (Porcentaje de producción)

A pesar de que parezca insignificante y marginal el porcentaje de pérdida, si hacemos una comparación se estarían generando 10 sacos de 100 kg mensuales de desechos, al año tendríamos aproximadamente 120 sacos que representan 12t de desecho generadas, que sin una propuesta de valoración y plan de gestión simplemente irían a parar a algún botadero, ya que este tipo de residuo no está catalogado ni como desecho especial, tampoco como peligroso de acuerdo a la normativa ambiental vigente.

En relación a lo anterior, la valorización es una opción cada vez más utilizada dado que se da un valor económico a los residuos, se consigue reducir el volumen de residuos que terminan en el botadero de basura o relleno sanitario y además reduce el uso de materias primas vírgenes favoreciendo así al ambiente, en este contexto existen dos tipos de Valorización, que a continuación se detallan:

La *Valorización Energética*, aquella desarrollada mediante incineración de los residuos, obteniendo pequeñas cantidades de cenizas y energía (FENERCOM, 2010) y la *Valorización Material*, que permite la obtención de nuevos materiales, o el reciclaje de parte de ellos, para evitar el uso de nuevas materias primas (Cano Serrano, Cerezo García, & Urbina Fraile, 2008), en este sentido la Valorización que se sugiere tenga la Empresa es la

## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

segunda, porque permitirá reusar el polvo, se ha identificado algunas actividades que potencialmente podrían demandar de este vertido industrial.

Rabin Tuladhar, investigador de la Universidad James Cook de Australia, ha trabajado en la fabricación de hormigón sostenible, ha sustituido en un 100% la arena de mina con polvo de trituración de plástico, esto nos da la pauta para brindar desde la Empresa un material que sirva para agregado de pre-mezcla para construcción, ya que puede ser un sustituto perfecto para la área que es un recurso no renovable (Science Alert, marzo). De acuerdo a un estudio realizado por Ashraf Ghaly y Michael Gill, los plásticos se pueden usar para reemplazar algunos de los agregados en una mezcla de hormigón. Esto contribuye a reducir el peso unitario del hormigón. Esto es útil en aplicaciones que requieren hormigón ligero no portante, como paneles de hormigón utilizados en fachadas (Ghaly & Gill, 2004).

El Plan consistirá en:

- 1.- Considerar al vertido (desecho en polvo mayor a 1mm de diámetro) como un desecho especial, por su volumen y por su no reactividad CRETIB en base a lo determinado en el Acuerdo Ministerial No 061, publicado en la Edición Especial del Registro Oficial No 316, de 4 de mayo de 2015, pues este tipo de desecho no está normado actualmente en el Ecuador.
- 2.- Almacenar los desechos en condiciones técnicas de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el Acuerdo anteriormente indicado, normas INEN y/o normas nacionales e internacionales aplicables; evitando su contacto con los recursos agua y suelo y verificando la compatibilidad de los mismos, disponer de instalaciones adecuadas y

## VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

técnicamente construidas para realizar el almacenamiento de los desechos especiales, con accesibilidad a los vehículos que vayan a realizar el traslado de los mismos. El almacenamiento no podrá superar los doce (12) meses de almacenamiento, la proyección deberá ser una bodega para almacenar aproximadamente 120 sacos anuales o 10 sacos mensuales de este tipo de polvo.

3.- El lugar de almacenamiento deberá contar con señalización apropiada, con letreros alusivos a la identificación de los mismos, en lugares y formas visibles; tendrá un sistema contra incendio, dispondrá de un cierre perimetral que impida el libre acceso de personas y animales, estará separado de las áreas de producción y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.

4.- El principio de jerarquización de los desechos y el de responsabilidad extendida del productor, es obligatorio para la Empresa, misma que deberá impulsar y establecer programas de aprovechamiento-tratamiento o reciclaje como medida para la reducción de la cantidad de desechos especiales a disponer finalmente, como el vertido entrará a un nuevo ciclo productivo, se deberá llevar actas de entrega-recepción de los mismos por parte de los gestores ambientales autorizados por la Autoridad Ambiental competente.

5.- El programa cumplirá con el *Principio de la cuna a la cuna* (Cradle to Cradle), que implica, aprender e imitar de la naturaleza el empleo en el flujo de nutrientes de su metabolismo, en el cual el concepto de desecho ni siquiera existe, tiene como principios la “eco efectividad” (The ecologist, 2009) y con el *Principio de Responsabilidad extendida*, según el cual la gestión del producto a través de todo el ciclo de vida del mismo, incluyendo los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de

## VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

producción de los mismos, así como los relativos al uso y disposición final de estos luego de su vida útil (Aguilar Camacho, 2010).

### **Conclusiones.-**

Tras identificar y determinar los procesos productivos desarrollados en la Planta Industrial de Plásticos Tang S.A., calcular la cantidad de polvo de PET y RAMA PET y de buscar una alternativa de reúso como sustitutos de materias primas de otros procesos industriales, se propuso un Plan de Gestión complementario, que permitirá articular las acciones encaminadas al correcto manejo de este tipo de desecho, evitando que vayan a parar al botadero de basura de la localidad. La alternativa de reúso consiste en reemplazar o sustituir la arena o ripio de las mezclas prefabricadas para la construcción.

Se determinaron los flujogramas de los distintos procesos productivos para la elaboración de productos plásticos en la empresa; seguido por la determinación de las entradas y salidas de los sub-procesos, determinando que existen salidas que no son normadas por la legislación ecuatoriana, hablando del caso específico del polvo de PET y RAMA PET, el cual no es considerado un desecho especial.

Durante el mes de recopilación de información, los residuos de polvo fueron almacenados posteriores a su pesaje, con el fin de obtener el porcentaje de pérdida de la producción, datos referenciales con los que se puede proyectar la generación de este tipo de vertido al año. El total de PET y RAMA PET utilizado durante el mes fue de 73.605,92 kg., el total de polvo es de 979 kg., que representa el 1,35% pérdida de la producción durante el mes considerado. Un aproximado de 1000 kg. de polvo al mes, anualmente

## VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

alrededor de 12.000 kg., que tratándose de un desecho no normado, es una cantidad significativa que debe tener un almacenamiento y una gestión adecuada.

Con la valorización material, siguiendo el principio de la cuna a la cuna y haciendo referencia a la propuesta de Rabin Tuladhar con la fabricación de hormigón empleando plástico triturado; es posible concluir que dentro de la Empresa Plásticos Tang, a pesar de que no generen desechos considerados como Peligrosos, podrían estarse produciendo desechos especiales como polvo de PET / RAMA PET debido al volumen, que indudablemente pueden ser sustitutos de áreas y gravas usadas en los procesos constructivos, reduciendo la demanda de recursos naturales no renovables.

Si bien, el plástico no es un material indispensable para la elaboración de hormigón, es un material que puede ser adicionado al proceso productivo sin disminuir la calidad del producto final, como lo han demostrado las investigaciones de la Universidad James Cook de Australia.

La empresa cumple con su responsabilidad de gestionar los desechos, sin embargo el planteamiento de reintegrar el polvo generado, que tenía como disposición final el botadero municipal, brinda un valor agregado a Plásticos Tang, cumpliendo con su responsabilidad ambiental y valorando un desecho que no tenía una utilidad específica.

### **Recomendaciones.-**

El personal de Planta Industrial Plásticos TANG S.A., debe estar capacitado para una correcta gestión de pesaje y almacenamiento del polvo generado en los diferentes procesos productivos, se debe habilitar una balanza para el efecto, y contar con sacos para el envasado del mismo.



## VALORACIÓN DE UNOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

Para la recopilación de polvo PET / Rama PET durante el proceso de molido y recolección de polvo, será necesario la implementación de bandejas recolectoras para mejorar el sistema de recolección del material.

Es indispensable la implementación de una bodega de almacenamiento que siga los lineamientos de la normativa INEN 061, la proyección del área de bodegaje debe ser para aproximadamente 15 toneladas anuales, capacidad física para una cantidad de 120 a 150 quintales anuales, o de 10 a 12 quintales semanales aproximadamente.

Para la manipulación del residuo de polvo, los empleados deben utilizar los equipos de protección personal correspondientes, ya que si bien es cierto no se trata de PM 10 o PM 2.5, que son menores a 1 micra de tamaño, pueden generar afecciones respiratorias eventualmente.

Se debe registrar las entradas y salidas del polvo generado por la empresa, esto se va a lograr con bitácoras y con la capacitación específica para su llenado, el llevar un registro de los valores generados, servirá para realizar proyecciones de la cantidad de material disponible para quien lo solicite.

Identificar empresas que requieran el material para ser usado como agregado, esto permitirá contar con un flujo del mismo y la bodega se irá desocupando a medida que se vaya demandando el mismo.

### **Referencias bibliográficas.-**

Aguilar Camacho, S. (2010). *Cegesti*. Obtenido de [http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion\\_132\\_101210\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_132_101210_es.pdf)

VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

- Benavides Gallegos, G. (2009). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Obtenido de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102508/Modulo\\_Administracion\\_Procesos\\_Productivos.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102508/Modulo_Administracion_Procesos_Productivos.pdf)
- Cano Serrano, E., Cerezo García, L., & Urbina Fraile, M. (Junio de 2008). *Cimtan*. Obtenido de <file:///C:/Users/TOSHIBA/Desktop/Downloads/230%20Valorizaci%C3%B3n%20Material%20y%20Energ%C3%A9tica%20de%20Neum%C3%A1ticos%20fuera%20de%20Uso.%20Actualizaci%C3%B3n.pdf>
- Dweik, H., Ziara, M., & Hadidoun, M. (junio de 2007). *Taylor & Francis Group*. Obtenido de <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=44a825f1-69a4-41d2-8d38-cfb2fe71e54e%40sessionmgr4010&vid=1&hid=4112>
- FENERCOM. (2010). *Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid*. Obtenido de FENERCOM: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-valorizacion-energetica-de-residuos-fenercom-2010.pdf>
- Gaggino, R. (agosto de 2008). *RevistaINVI*. Obtenido de <file:///C:/Users/TOSHIBA/Desktop/Downloads/Ladrillos%20y%20placas%20prefabricadas%20con%20pl%C3%A1sticos%20reciclados%20aptos%20para%20la%20autoconstrucci%C3%B3n.pdf>
- Ghaly, A., & Gill, M. (agosto de 2004). *Compression and deformation performance of concrete containing postconsumer plastics*. Obtenido de <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=a08cd3b7-d8e8-4abb-bd6f-57bc350bc7ef%40sessionmgr4006&vid=1&hid=4112>
- Hachi Quintana, J. G., & Rodríguez Mejía, J. D. (marzo de 2010). *Universidad Politécnica SALESIANA Ecuador*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2450/20/UPS-GT000106.pdf>
- Indorama Ventures. (mayo de 2011). *Indorama*. Obtenido de [http://plasticker.de/recybase/docs/27055\\_1463559873.pdf](http://plasticker.de/recybase/docs/27055_1463559873.pdf)
- MAE. (mayo de 2015). *Ministerio de Ambiente*. Obtenido de <http://web.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>
- Martín Clavijo, K. F. (04 de diciembre de 2012). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11849/MartinClavijoKarenFernanda2012.pdf?sequence=1>

VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

- Melbouci, B., Sadoun, S., & Bilek, A. (2014). *Study of strengthening of recycled asphalt concrete by plastic aggregates*. Obtenido de <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=5e6414a9-b106-4b77-b841-573619c40eb3%40sessionmgr4008&vid=1&hid=4112>
- Municipio del distrito metropolitano de Quito. (2005). *Municipio del distrito metropolitano de Quito*. Obtenido de [http://www.ecuadorambiental.com/doc/normas\\_tecnicas.pdf](http://www.ecuadorambiental.com/doc/normas_tecnicas.pdf)
- Science Alert. (2015 de marzo). *Sophimania*. Obtenido de <https://sophimania.pe/medio-ambiente/contaminacion-y-salud-ambiental/cientificos-logran-hacer-concreto-con-plastico-reciclado/>
- Sunstrike. (2015). *Sunstrike*. Obtenido de [http://es.made-in-china.com/co\\_hnsunstrike/product\\_Electrostatic-Separation-for-Plastic\\_horoygosy.html](http://es.made-in-china.com/co_hnsunstrike/product_Electrostatic-Separation-for-Plastic_horoygosy.html)
- The ecologist. (abril de 2009). *The ecologist*. Obtenido de [http://www.theecologist.net/files/articulos/37\\_1TheEcologist.pdf](http://www.theecologist.net/files/articulos/37_1TheEcologist.pdf)
- Unidad de Negocio Químico-Plástico. (2008). *GRUPO SEDA*. Obtenido de [http://www.laseda.es/data/publicaciones/2008/pet\\_dossier.pdf](http://www.laseda.es/data/publicaciones/2008/pet_dossier.pdf)
- Beltrán, M., & Marcilla, A. (1998). *Tecnología de Polímeros*. Obtenido de <http://iq.ua.es/TPO/Tema4.pdf>
- Díaz del Castillo Rodriguez, F. (2012). *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*. Obtenido de [http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/mecanica/mat/mat\\_mec/m6/conformado%20de%20plasticos.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/conformado%20de%20plasticos.pdf)
- El Universo. (10 de julio de 2013). *El Universo*. Obtenido de <http://www.eluniverso.com/noticias/2013/07/10/nota/1143201/canton-se-proyecta-cierre-botadero-tener-relleno-distinto>
- Gratwick, R. (1971). La humedad en la construcción, sus causas y remedios. En R. Gratwick, *La humedad en la construcción, sus causas y remedios*. Barcelona: Editores técnicos asociados. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=3URTsRoZnJkC&pg=PA234&dq=Los+des+humidificadores&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj5g9bEianRAhULySYKHeo9C\\_gQ6AEIIDAC#v=onepage&q=Los%20deshumidificadores&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=3URTsRoZnJkC&pg=PA234&dq=Los+des+humidificadores&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj5g9bEianRAhULySYKHeo9C_gQ6AEIIDAC#v=onepage&q=Los%20deshumidificadores&f=false)
- Medina García, J. E., Saldaña Durán, C., Hernandez Ramón, V., & Becerra Alzando, S. (2011). *Redisa*. Obtenido de

VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

[http://www.redisa.uji.es/artSim2011/TecnologiasParaElManejoDeResiduosSolidos/Dise%C3%B1o%20de%20una%20trituradora%20para%20pl%C3%A1stico%20Polietileno%20de%20Tereftalato%20\(PET\).pdf](http://www.redisa.uji.es/artSim2011/TecnologiasParaElManejoDeResiduosSolidos/Dise%C3%B1o%20de%20una%20trituradora%20para%20pl%C3%A1stico%20Polietileno%20de%20Tereftalato%20(PET).pdf)

Ministerio de Ambiente Ecuador. (2013). *Ministerio de Ambiente*. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/254996/Informe+Gestion+resumido+MAE-PGNIDS+2010-2013.pdf/95b81b2d-b2a1-4a98-b7a3-22920795e78a>

Montoya, A., & Marco, M. (2011). *Universidad de Alicante*. Obtenido de [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19047/1/Tema\\_4\\_-\\_Proceso\\_de\\_produccion.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19047/1/Tema_4_-_Proceso_de_produccion.pdf)

Plásticos Tang S.A. (2011). *Plásticos Tang*. Obtenido de [http://www.plasticostang.com/LA\\_EMPRESA.html](http://www.plasticostang.com/LA_EMPRESA.html)

Plásticos Tang S.A. (2011). *Plásticos Tang*. Obtenido de <http://www.plasticostang.com/PRODUCTOS.html>

QuimiNet. (2011). *QuimiNet.com*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/el-funcionamiento-de-la-maquina-inyectora-de-plastico-2643461.htm>

University of cambridge. (2005). *University of cambridge*. Obtenido de <http://www-eng.eng.cam.ac.uk/impee/topics/RecyclePlastics/files/Recycling%20Plastic%20v3%20PDF.pdf>

Vázquez Morillas, A., Espinosa Valdemar, R. M., Beltrán Villavicencio, M., & Velasco Pérez, M. (2014). *Anipal*. Obtenido de <http://www.anipac.com/reciclajeplasticosum.pdf>

Vélez Bone, V. E., & Mosquera González, B. A. (2011). *Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/5136/1/T207.pdf>

VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

Anexos.-

- Producción



Ilustración 3 (Molido de PET / Rama PET)



Ilustración 4 (Reciclado de PET / Rama PET Peletizado y cristalizado)



Ilustración 5 (Molido de fundas)



Ilustración 6 (Extrusora de funda)



Ilustración 7 (Sopladora de Polietileno - PE)



Ilustración 8 (Mezclador y Deshumecedor de Rama PET)

VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.



Ilustración 9 (Inyectora de preformas)



Ilustración 10 (Calentador de preformas)



Ilustración 11 (Sopladora de PET)



Ilustración 12 (Tolva)



Ilustración 13 (Cortadora de Tapa)

VALORACIÓN DE UNA RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS TANG S.A. DE LA CIUDAD DE DURÁN Y SU REÚSO COMO SUSTITUTOS DE MATERIAS PRIMAS.

- Reciclado



Ilustración 14 (Molido del Scrap de PE)



Ilustración 15 (Molido del scrap de PET / rama PET)



Ilustración 16 (Molienda o separador de polvo PET / rama PET)



Ilustración 17 (Separador de metales)