

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 1 de 8

16.

FECHA Martes, 24 de Julio de 2019

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Seccional Girardot
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Ambiental

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Rojas Rodríguez	Sol Yarine	1106897580
Bolaños Aguilar	Jorge Eduardo	1069746301

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Sandoval Valencia	John Jairo

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



MACROPROCESO DE APOYO
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

CÓDIGO: AAAR113
VERSIÓN: 3
VIGENCIA: 2017-11-16
PAGINA: 2 de 8

TÍTULO DEL DOCUMENTO

USO DE TIRAS PET EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO:
EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y SU POSIBLE USO EN
MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos
Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía

Ingenieros Ambientales

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO

25/06/2019

NÚMERO DE PÁGINAS

124

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL

INGLÉS

1. Tereftalato de polietileno (PET)	Polyethylene terephthalate (PET)
2. Ladrillos de concreto	Concrete bricks
3. Economía circular	Circular economy
4. Tiras PET	PET strips
5. Mampostería	Masonry
6. Residuos sólidos	Solid waste



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 8

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

La implementación de una arquitectura inclusiva a través de la fabricación de ladrillos con residuos poliméricos contribuye considerablemente en los objetivos del milenio o del desarrollo sostenible, tal como lo es la implementación de sistemas de producción limpia y la inclusión de una economía circular. En este orden de ideas, se implementa un plan de gestión integral de residuos sólidos en la organización Tamales Doña Stella; con el objeto de aprovechar el tereftalato de polietileno (PET) como materia prima para la elaboración de ladrillos de concreto, obteniendo un aprovechamiento económico y preservando los recursos agua, suelo y aire, con el fin de reducir poco a poco la mala disposición de los residuos sólidos en los ecosistemas.

La investigación se inició con el proceso de búsqueda de información referente a un material que tenga una aplicabilidad de importancia estratégica en el sector de la infraestructura, que a su vez reduzca el impacto ambiental producido por plásticos de origen sintético, en este caso se ha seleccionado como temática de investigación la fabricación de ladrillos de concreto con agregado PET.

Según OECD/ECLAC , (2014) “cerca de 2 millones de toneladas anuales de material reciclable es recuperado, el plástico representa alrededor del 12%, es decir cerca de 240 mil toneladas anuales aprovechables”. La reutilización de material PET es una alternativa para fabricar ladrillos de concreto a gran escala destinados a la construcción de infraestructuras. Con objeto de mejorar las características de resistencia que tienen actualmente los ladrillos comerciales. En gran medida, la mejora de sus propiedades depende de la variación de cada fase experimental.

Es importante resaltar que la estrategia metodológica que aquí se implementó difiere a otros procedimientos descritos en la literatura (Baldenebro Lopez, y otros, 2014), particularmente en la forma y disposición del material dentro de la unidad de concreto, es decir, se aplicaron tiras PET de manera uniforme formando dos capas en el ladrillo, con una longitud de 3,5 cm y un diámetro de 3 mm.

The implementation of an inclusive architecture through the manufacture of bricks with polymeric waste contributes considerably to the millennium or sustainable development objectives, such as the implementation of clean production systems and the inclusion of a circular economy. In this order of ideas, a comprehensive solid waste management plan is implemented in the Tamales Doña Stella organization; in order to take advantage of polyethylene terephthalate (PET) as a raw material for the production of concrete bricks, obtaining economic use and preserving water, soil and air resources, in order to gradually reduce the poor disposition of solid waste in ecosystems.

The investigation began with the process of searching for information regarding a material that has an applicability of strategic importance in the infrastructure sector,

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional.*



which in turn reduces the environmental impact produced by plastics of synthetic origin, in this case it has been selected as a research theme the manufacture of concrete bricks with PET aggregate.

According to OECD / ECLAC, (2014) "about 2 million tons per year of recyclable material is recovered, the plastic represents about 12%, that is, about 240 thousand annual tons usable". The reuse of PET material is an alternative to manufacture large-scale concrete bricks intended for infrastructure construction. In order to improve the strength characteristics that commercial bricks currently have. To a large extent, the improvement of its properties depends on the variation of each experimental phase.

It is important to highlight that the methodological strategy that was implemented here differs from other procedures described in the literature (Baldenebro Lopez, and others, 2014), particularly in the form and arrangement of the material within the concrete unit, that is, strips were applied PET uniformly forming two layers in the brick, with a length of 3.5 cm and a diameter of 3 mm.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizamos a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre nuestra obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)		SI	NO
1.	La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2.	La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	x	



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 5 de 8

3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 6 de 8

está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI** **NO** .

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281433 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.660.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

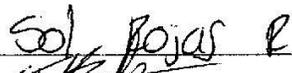
La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
Ultimas Correcciones TRABAJO FINAL- USO DE TIRAS PET EN	Texto, Imágenes

	MACROPROCESO DE APOYO PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	CÓDIGO: AAAr113 VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16 PAGINA: 8 de 8

FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APellidos y Nombres Completos	FIRMA (autógrafa)
Rojas Rodríguez Sol Yarine	
Bolaños Aguilar Jorge Eduardo	

21.1-51.20.

6

**USO DE TIRAS PET EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO:
EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y SU POSIBLE USO EN
MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL**

**SOL YARINE ROJAS RODRÍGUEZ
JORGE EDUARDO BOLAÑOS AGUILAR**

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO:
JOHN JAIRO SANDOVAL VALENCIA
QUÍMICO, PH.D**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL GIRARDOT
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GIRARDOT**

2019

**USO DE TIRAS PET EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO:
EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y SU POSIBLE USO EN
MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL**

**SOL YARINE ROJAS RODRÍGUEZ
JORGE EDUARDO BOLAÑOS AGUILAR**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
INGENIEROS AMBIENTALES**

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO:
JOHN JAIRO SANDOVAL VALENCIA
QUÍMICO, PH.D**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL GIRARDOT
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GIRARDOT**

2019

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios darnos salud y permitirnos llegar hasta donde estamos hoy, a nuestras familias por su incondicional apoyo en todo este proceso de formación académica en la Universidad de Cundinamarca.

A nuestro director John Jairo Sandoval Valencia, por apoyarnos y guiarnos en el desarrollo de este proyecto, siempre brindando lo mejor de sí, siendo un docente ejemplar entregado en a su labor; compartiéndonos sus conocimientos y experiencias profesionales.

A la Universidad Piloto de Colombia por permitirnos desarrollar y realizar todas las pruebas de laboratorio necesarias para poder ejecutar este proyecto de investigación.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron con el desarrollo de este trabajo de grado.

RESUMEN EJECUTIVO

La implementación de una arquitectura inclusiva a través de la fabricación de ladrillos con residuos poliméricos contribuye considerablemente en los objetivos del milenio o del desarrollo sostenible, tal como lo es la implementación de sistemas de producción limpia y la inclusión de una economía circular. En este orden de ideas, se implementa un plan de gestión integral de residuos sólidos en la organización Tamales Doña Stella; con el objeto de aprovechar el tereftalato de polietileno (PET) como materia prima para la elaboración de ladrillos de concreto, obteniendo un aprovechamiento económico y preservando los recursos agua, suelo y aire, con el fin de reducir poco a poco la mala disposición de los residuos sólidos en los ecosistemas.

La investigación se inició con el proceso de búsqueda de información referente a un material que tenga una aplicabilidad de importancia estratégica en el sector de la infraestructura, que a su vez reduzca el impacto ambiental producido por plásticos de origen sintético, en este caso se ha seleccionado como temática de investigación la fabricación de ladrillos de concreto con agregado PET.

Según OECD/ECLAC , (2014) “cerca de 2 millones de toneladas anuales de material reciclable es recuperado, el plástico representa alrededor del 12%, es decir cerca de 240 mil toneladas anuales aprovechables”. La reutilización de material PET es una alternativa para fabricar ladrillos de concreto a gran escala destinados a la construcción de infraestructuras. Con objeto de mejorar las características de resistencia que tienen actualmente los ladrillos comerciales. En gran medida, la mejora de sus propiedades depende de la variación de cada fase experimental.

Es importante resaltar que la estrategia metodológica que aquí se implementó difiere a otros procedimientos descritos en la literatura (Baldenebro Lopez, y otros, 2014), particularmente en la forma y disposición del material dentro de la unidad de concreto, es decir, se aplicaron tiras PET de manera uniforme formando dos capas en el ladrillo, con una longitud de 3,5 cm y un diámetro de 3 mm.

Según lo anterior, la metodología ha permitido obtener ladrillos resistentes y de posible aplicación en la mampostería estructural de clase baja, cumpliendo con los **8 Mpa** requeridos por la norma NTC 4026 Ingeniería Civil y Arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de Concreto, para Mampostería Estructural.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	1
Capítulo 1	4
Planteamiento del problema	4
Pregunta de investigación	6
Justificación.....	7
Objetivos	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Capítulo 2	9
Marco referencial	9
Estado del arte	9
Aparición del Tereftalato de polietileno en la industria.....	9
Aprovechamiento del Polietileno tereftalato en nuevas técnicas	10
Marco conceptual	11
Definiciones norma técnica colombiana NTC 385 terminología relativa al concreto y sus agregados.	11
Definiciones norma técnica colombiana NTC 6093 etiquetas ambientales tipo I. sello ambiental colombiano. criterios ambientales para prefabricados en concreto	12

NTC-4383 Ingeniería civil y arquitectura. Mampostería de concreto. Términos y definiciones	14
Definiciones de la NSR-10 Título D.....	16
Marco teórico	16
Tereftalato de polietileno (PET).....	16
El plástico PET como residuo sólido en el municipio de Girardot	18
Marco legal.....	19
Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.....	19
NTC-4026 Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural	20
Clasificación.....	20
NTC-4076 ingeniería civil y arquitectura. unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería no estructural interior y chapas de concreto	21
Clasificación.....	21
NTC-6093 Etiquetas ambientales tipo I. sello ambiental colombiano. criterios ambientales para prefabricados en concreto.	22
Norma técnica colombiana GTC 24-2009	23
Normograma	23
Marco geográfico	28
Ubicación y características agroclimáticas	28
Capítulo 3.....	30

Metodología	30
Universo, población y muestra.....	30
Materiales y recursos.....	30
Materiales utilizados para el uso de tiras PET la fabricación de ladrillos de concreto	30
Recursos	31
Recursos humanos.....	31
Recursos económicos	31
Fases metodológicas.....	33
Fase No 1. Obtención del material PET.....	33
Fase No 2. Fabricación de maquina fileteadora para obtener tiras PET y fabricación de molde para ladrillos.....	34
Fabricación de maquina fileteadora de PET	34
Operación de la maquina fileteadora de PET.....	37
Diseño del molde de madera	38
Fase No 3. ELABORACIÓN DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO CON AGREGADO PET	39
Fundición No 1.....	40
Fundición No 2.....	40
Fundición No 3.....	41
Fundición No 4.....	41

Fundición No 5.....	41
Fase No 4. Evaluación de las propiedades del ladrillo de concreto con agregado PET.....	43
Capítulo 4.....	45
Resultados	45
Objetivos Específicos.....	45
Objetivo 1.....	45
Objetivo 2.....	47
Objetivo 3.....	50
Análisis de Costos	53
Análisis de los resultados	58
Pregunta de investigación	58
Conclusiones	63
Recomendaciones.....	65
Referencias.....	66
Anexos.....	69
Fotos del proceso de fundición de los ladrillos	70
Material PET reciclado procesado	72
Pruebas de resistencia a la compresión	73
Diseño en programa Sketchup	76
Capítulo 5.....	76

Plan de gestión integral de residuos sólidos de la organización Tamales Doña Stella	76
---	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de identificación de envases y empaques	17
Tabla 2. Resistencia a la compresión estructural	20
Tabla 3. Resistencia a la compresión no estructural	22
Tabla 4. Normograma	23
Tabla 5. costos de los materiales necesarios para la investigación	32
Tabla 6. Cantidades de material por cada m ³ de concreto. Agregados pesaos	39
Tabla 7. Mezcla base para los ladrillos de concreto.....	40
Tabla 8. Relación de PET utilizado en la fundición numero 1	41
Tabla 9. Relación de PET utilizado en la fundición numero 2	42
Tabla 10. Relación de PET utilizado en la fundición numero 3	42
Tabla 11. Relación de PET utilizado en la fundición numero 4	42
Tabla 12. Relación de PET utilizado en la fundición numero 5	43
Tabla 13. Relación de peso y cantidad de botellas recicladas PET utilizadas	47
Tabla 14. absorción de agua.....	53
Tabla 15. Análisis de costos para la elaboración de los ladrillos de concreto con agregado PET.	54
Tabla 16. Análisis de costo del precio unitario de fabricación y precio unitario de comercialización de los ladrillos de concreto con agregado PET.....	55
Tabla 17. Análisis del precio que tiene un cm ³ de concreto en un ladrillo	56
Tabla 18. Dimensiones de las dos clases de ladrillos.....	57

Tabla 19. Descripción de ladrillos	60
Tabla 20. Cantidades de material utilizados en cada fundición realizada.....	61
Tabla 21. Resistencia a compresión de los ladrillos de concreto con agregado PET	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial del plástico del año 1950 al 2014	5
Figura 2. Unidad modulo	14
Figura 3. Partes de una unidad de mampostería de concreto	15
Figura 4. Disposición final de los residuos sólidos en el relleno sanitario del municipio de Girardot.	18
Figura 5. materiales de maquina fileteadora manual	35
Figura 6. Localización del bisturí.....	36
Figura 7. Inserción de la varilla.....	37
Figura 8. Ranuras hechas con la segueta.....	37
Figura 9. Prototipo de la maquina fileteadora.....	38
Figura 10. Residuos orgánicos	46
Figura 11. Residuos Ordinarios no reciclables	46
Figura 12. Residuos reciclables.....	46
Figura 13. Aplicación de la mezcla base en el molde de madera.....	48
Figura 14. Ladrillo de concreto con las capas PET.....	49
Figura 15. Dimensiones de mediada de las tiras PET	49
Figura 16. resistencia a la compresión (Mpa) respecto al PET utilizado (gr).....	52

INTRODUCCIÓN

En Colombia la mayor parte de todos los residuos sólidos que se arrojan a la basura son plásticos PET, Bedoya Acevedo, (2016) afirma que aproximadamente “se recuperan entre 3.000 y 3.500 toneladas de envases PET (polietileno tereftalato), lo que representa tan solo 26% del total, el 74% va a parar a los rellenos sanitarios”, este material repercute directamente sobre los animales, los ecosistemas y la salud humana.

La Sociedad de Industria de los plásticos (SPI), crea un símbolo y código para los plásticos en la escala de 1 a 7; con el objeto de identificar los tipos de plástico, el uso que se le debe dar y así poder realizar una fácil recolección o reciclado de los envases; son aspectos de importante estrategia para la puesta en marcha de planes de gestión de residuos sólidos.

En el caso del tereftalato de polietileno conocido como “PET”, se identifica con el código número uno (1) dentro de un triángulo, ubicado generalmente en la base de las botellas, se le da este número ya que posee las características de “excelente resistencia física, propiedades térmicas, propiedades de barrera y resistencia química”, (Sociedad de industria de plasticos, 1998).

El PET es uno de los materiales más abundantes del planeta en la actualidad, posee excelente resistencia en relación con el peso; éste al ser combinado con el concreto en la elaboración de ladrillos, es una alternativa sustentable en el mercado de la construcción y amigable con el medio ambiente. Se puede decir que los ladrillos de concreto con agregados PET son un producto innovador y eficiente en el área de la arquitectura.

El presente trabajo de investigación se enfocó en darle prioridad a dos temas de suma importancia:

i) Darle un segundo aprovechamiento al material PET; implementando un plan de gestión integral de residuos sólido (PGIR) en el restaurante “Tamales Doña Stella” el cual se encuentra ubicado en el municipio de Melgar-Tolima, esto se hace con el fin de obtener de forma directa el material PET reciclado y así generar un aporte ambiental y económico al establecimiento; donde se implementó y se capacito sobre buenas prácticas de disposición final que deben de recibir los residuos sólidos. El desarrollo del proyecto podría ser un modelo de referencia y aplicación para los demás restaurantes del municipio, con el propósito de dar un debido manejo, disposición final y aprovechamiento económico – ambiental a los residuos sólidos que generan en los establecimientos comerciales.

ii) Se elaboraron ladrillos de concreto con agregado PET reciclado; el material polimérico fue cortado en forma de tiras o hilos mediante un fileteador manual convencional de fácil elaboración. Los hilos poseen dimensiones específicas de 3,5 centímetros (cm) de largo y 3 milímetros (mm) de ancho, dicho material será distribuido uniformemente en dos capas intercaladas mezclándose con el concreto. Seguidamente, se realiza el proceso de curado, tras sumergir los ladrillos en agua durante 7 días y finalmente, la etapa de fabricación culmina con el proceso de fraguado donde el ladrillo se seca a condiciones ambientales, favoreciendo el ahorro energético y por ende reduciendo el impacto ambiental; tras evitar el uso de combustibles fósiles tal como ocurre con el proceso de horneado convencional.

Finalmente, se evaluó la resistencia a la compresión en función a la composición porcentual o cantidad de material PET utilizado en cada unidad de concreto, dicho análisis se realizó en el laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Piloto de Colombia seccional alto magdalena.

Según la reproducibilidad de los ladrillos, se analizaron los resultados corroborando según lo establecido en la norma NTC-4026 Ingeniería Civil y Arquitectura. Unidades (bloques y

ladrillos) de Concreto para Mampostería Estructural, con el fin de comprobar si este producto cumple con las propiedades mecánicas requeridas por la normativa NSR 10 Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente Titulo D.

Por otra parte, el producto cumple con los principios fundamentales de la norma técnica colombiana NTC 6093 Etiquetas Ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano. Criterios Ambientales para Prefabricados en Concreto, la cual especifica: i) Los procesos de producción deben de utilizar menos cantidades de energía o hacer uso de fuentes de energías renovables o ambos. ii) El producto debe de ser fabricado haciendo uso de tecnologías limpias o generando un menor impacto relativo sobre el medio ambiente.

En términos generales, el trabajo contribuye a la formación, aprendizaje e investigación en temáticas de interés ambiental, puesto que articula aspectos como el aprovechamiento de residuos sólidos y fabricación de ladrillos con “etiqueta ambiental”.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el desarrollo del proyecto se abarcaron dos aspectos fundamentales: i) la implementación de un plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) en la organización “TAMALES DOÑA STELLA”, con el fin de separar y aprovechar correctamente el tereftalato de polietileno generado, articulando esta estrategia metodológica para la valorización de los residuos sólidos. ii) el aprovechamiento del material reciclado en la fabricación de ladrillos de concreto con tiras PET.

En este orden de ideas el desarrollo del proyecto está encaminado al aporte de alternativas que contribuyan en la correcta disposición final y aprovechamiento de residuos sólidos, fomentando la producción limpia, protegiendo el recurso hídrico y el suelo de la región; sin descartar los posibles contaminantes atmosféricos que se generan por la descomposición lenta de los residuos o por reacciones de combustión.

La gran demanda de PET (tereftalato de polietileno), particularmente en la industria de alimentos, utilizada para la preservación de productos perecederos, ha generado un considerable aceleramiento en los procesos de fabricación “ya que las cantidades mundiales de PET se están elevando cada año aproximadamente en un 12,5%” (Ramirez , Navarro leticia, & Conde Acevedo , 2010), así como se evidencia en la figura 1. La comercialización de estos productos crece a la par de la población, tratando de abastecer las necesidades de varios sectores en el consumo humano, en este orden de ideas se ha evidenciado que el plástico es uno de los materiales más utilizados en todo el mundo. El PET en el sector industrial posee un sin número de ventajas, unas de las principales son, su bajo costo de producción es irrompible, liviano, impermeable, reciclable, entre otras cualidades que posee.

Un aspecto para resaltar es el grado de contaminación que produce la fabricación del plástico, sus materias primas y medios de reacción son dependientes del Petróleo. La mala disposición del PET genera elevadas problemáticas ambientales, tales como la formación de toxinas, impermeabilización de suelos; obstrucción de los procesos fotosintéticos entre otros; todas ellas implican importantes y negativos cambios en la flora y fauna. Además, gran parte de este material no logra ser reciclado siendo incinerados o desechados en los rellenos sanitarios, consecuentemente aumentando la polución tal como se describió con anterioridad.

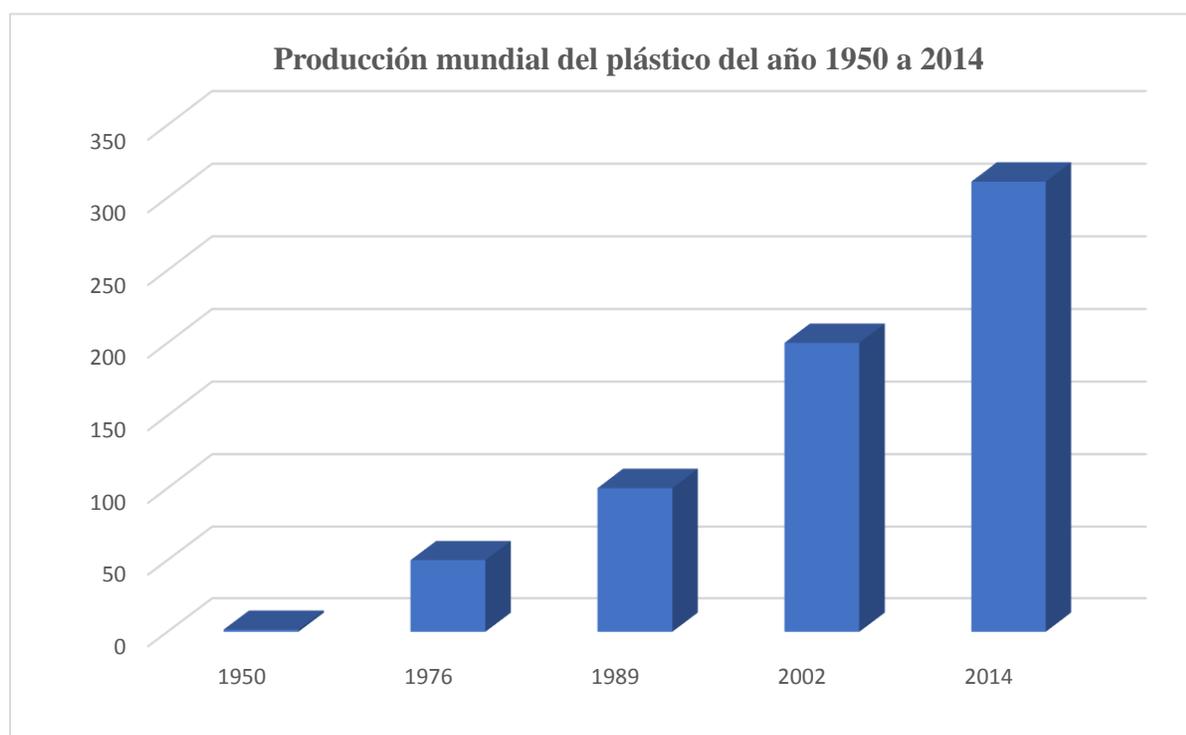


Figura 1. Producción mundial del plástico del año 1950 al 2014

Fuente: Statista, Plastics Europe

Por otro lado, es preocupante la degradación lenta de los materiales poliméricos, “el plástico es un material que tiene alta durabilidad, se calcula que puede tardar entre 100 y 1000 años para degradarse dependiendo del tipo de monómero que lo conforma y los factores ambientales”, (Gonzalez Viñas & Mancini, 2003).

Lo que se busca con este tipo de residuo PET es darle una nueva oportunidad bajo el principio de economía circular. Una de las alternativas es la reutilización como insumo para la elaboración de ladrillos de concreto con tiras PET, implementándolo en productos de construcción, con el fin de crear o contribuir a la solución de una problemática de orden regional e internacional. Según Rodriguez, (2011) “El hombre a través del tiempo ha sido un agente transformador de su entorno, la actual problemática respecto al manejo de los residuos sólidos genera contaminación ambiental”, particularmente en las fuentes hídricas y en la atmosfera.

Según los antecedentes y la problemática ambiental que desencadena el uso excesivo de materiales poliméricos, se propone y se ejecuta este trabajo de grado; planteando la siguiente pregunta de Investigación.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Las variables de la mezcla base, la relación porcentual y la distribución de tiras PET en los ladrillos de concreto, mejoraran las propiedades mecánicas respecto a los productos comerciales?

JUSTIFICACIÓN

A pesar que la gestión de residuos sólidos en Colombia ha presentado importantes avances en el control de la contaminación causada por los residuos sólidos, y en la sostenibilidad del servicio público de aseo en gran parte del país, existe información recopilada por organizaciones privadas, ONG y algunas autoridades a través de diferentes estudios de consultoría e investigación, por medio de la cual “se calculó la tasa nacional de aprovechamiento del 17% en el año 2013 respecto a la totalidad de los residuos sólidos municipales generados y suponiendo que no se realiza aprovechamiento de residuos orgánicos” (CONPES, 2016).

Esta cifra nos indica que 83% de los residuos generados son dispuestos en rellenos sanitarios o incinerados, cifra muy alta en comparación con países desarrollados como Holanda, la cual 80% de sus basuras son recicladas 18% incineradas y el 2% en rellenos sanitarios.

Es preocupante que cada día los rellenos sanitarios se ven saturados por plásticos PET, donde se le podría dar un aprovechamiento económico y contribuir en la mitigación de un impacto que se ve marcado en la sociedad y en el ambiente.

La presente investigación se enfocó en el uso sustentable que se le da al material PET en la elaboración de ladrillos de concreto con agregados PET en forma de tiras, debido al arraigo acelerado que tiene el material PET lo cual genera un alto índice de contaminación, ya que es un material no degradable y tarda aproximadamente más de 100 años en descomponerse. La mayor parte de los residuos sólidos que se generan son depositados a la basura, y por ende su destino final son los rellenos sanitarios.

Se usaron tiras PET en la fabricación de ladrillos de concreto con el propósito de que sus propiedades mecánicas cumplan con lo requerido de las normativas, NSR- 10 Reglamento

Colombiano de construcción de Sismo Resistencia Titulo D, NTC 4026 Unidades de bloque - ladrillos de concreto para mampostería estructural y la NTC 6093 etiquetas ambientales tipo I. sello ambiental colombiano. criterios ambientales para prefabricados en concreto.

El beneficio que brinda este producto no solo es de carácter económico sino también ambiental y social, ya que se le da un segundo uso al plástico PET reciclado, con el fin de que este material no sea considerado como desecho “basura” e implementándolo en procesos de construcción, disminuyendo los índices de contaminación al ambiente que genera dicho material.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar las características mecánicas de los ladrillos innovadores de concreto con agregados PET (polietileno tereftalato).

Objetivos específicos

- Implementar un Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos en la organización Tamales doña Stella, ubicada en el municipio de Melgar, Tolima
- Fabricar ladrillos amigables con el medio ambiente, variando la composición porcentual de la mezcla base y del material PET dispuesto en tiras de longitud y espesor bien definido.
- Evaluar las características mecánicas de los ladrillos fabricados de acuerdo con la normatividad NSR-10, reglamento colombiano de construcción de sismo resistencia, Titulo D

CAPÍTULO 2

MARCO REFERENCIAL

ESTADO DEL ARTE

“Una de las primeras referencias del uso de los ladrillos a lo largo de la historia se encuentra en palestina, donde ya elaboraban ladrillos de adobe, secados al sol, hace más de 9.000 años. En Mesopotamia aparecen los primeros ladrillos conocidos que se usan como elementos decorativos y en cubrimientos de muros de adobe”. (Lopez Acre, 2005)

El ladrillo en Colombia es una unidad de mampostería, que puede tener funciones estructurales o no, y es utilizado en las edificaciones para levantamientos de muros interiores y exteriores. Se llama mampostería, “al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos, para diversos fines, mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos) que pueden ser ladrillos, bloques de cemento prefabricados, piedras talladas en formas regulares o no, entre otros”. (Cibao, 2018).

Aparición del Tereftalato de polietileno en la industria

El Polietileno Tereftalato se inventó en 1941 en forma de fibra de poliéster y su destino fue la industria textil. En 1952 empieza a ser utilizado ya en la industria alimenticia, en forma de filme. Pero fue en el año 1976 en el que empezaron a fabricarse los primeros envases rígidos de PET. (Lsr, 2013).

“El ladrillo plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Phelan and Collander ofreció una recompensa de 10.000 dólares a quien consiguiera un sustituto aceptable del marfil natural, destinado a la fabricación de bolas de billar” (Remigio Parraga , 2012)

En la presente década, “principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso del polietileno tereftalato (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases”. (MOLINA RESTREPO, VIZCAINO CAGÜEÑO, & RAMÍREZ SANTAMARÍA , 2007).

“Respecto al tipo de las técnicas de moldeo de los plásticos se da las formas y medidas deseadas a un plástico por medio de un molde. “El molde es una pieza hueca en la que se vierte el plástico fundido para que adquiera su forma. Para ello los plásticos se introducen a presión en los moldes” (MOLINA RESTREPO, VIZCAINO CAGÜEÑO, & RAMÍREZ SANTAMARÍA , 2007).

A lo largo de muchos años, se ha dado en Colombia un crecimiento del consumo de los plásticos y la generación de la basura per-cápita/día oscila entre 0.5 y 0.8 Kg, de los cuales 0.056 Kg corresponden a desechos plásticos, representando el 20% del volumen y de un 5 a un 7% del peso total de desechos generados a nivel urbano. (BECERRA BOJANINI & CHOPERENA MEJIA, 2007)

Aprovechamiento del Polietileno tereftalato en nuevas técnicas

Se considera que el plástico reciclado es de gran importancia, ya que algunas empresas lo usan como materia prima, esta basa su importancia en la diferencia de precios que mantiene con el plástico original, en algunas ocasiones se mezclan los dos para obtener mejor calidad y mejor precio.

En respuesta a esta problemática Rosana Gaggino, investigadora adjunta del CONICET en el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE, CONICET-AVE), desarrolló junto a su equipo de colaboradores, un proceso para la utilización de plásticos reciclados en la

elaboración de elementos constructivos, en este caso ladrillos de polietileno-tereftalato (PET). (Gaggino, 2008).

Además, los “estudios realizados indican que los ladrillos de PET y cemento tienen buena resistencia al fuego, ya que los resultados del Ensayo de Propagación de la Llama lo clasifican como material Clase RE-2: material combustible de muy baja propagación de llama”. (Gaggino, 2008).

“En el país de argentina Córdoba son semejante a la de los países desarrollados. Se reciclan unas 150 ton/mes de plástico. El reciclado del plástico se ha transformado en un negocio dominado ampliamente por el circuito marginal, el cual maneja unas 100 ton/mes. El procesamiento informal está sostenido por pequeños emprendedores que reciben los desperdicios plásticos aportados por los cartoneros”. (Gaggino, 2008).

“Comparando el costo de producción de un ladrillo con plástico reciclado con el de un ladrillo común de tierra cocida, se puede decir que es prácticamente igual, puesto que, si bien en el ladrillo con plástico gran parte de la materia prima es gratuita por tratarse de un residuo, se debe computar el costo del triturado”. (Brondo, 2006).

MARCO CONCEPTUAL

Definiciones norma técnica colombiana NTC 385 terminología relativa al concreto y sus agregados.

Agregado (aggregate): material granular, como la arena, la grava, la piedra triturada, o la escoria de alto horno, usado para elaborar concreto o mortero

Cemento hidráulico (hydraulic cement): cemento que fragua y endurece por reacción química con agua; dicha reacción puede ocurrir también por inmersión en agua.

Concreto (concrete): material compuesto que consta, esencialmente, de un medio aglutinante dentro del cual están embebidas partículas o fragmentos de agregados; en el concreto de cemento hidráulico el aglutinante es formado por una mezcla de cemento hidráulico y agua.

Curado (curing): mantenimiento de las condiciones de humedad y temperatura en una mezcla cementosa para permitir el desarrollo de sus propiedades.

Exudación (bleeding): flujo autógeno de una parte del agua contenida en una mezcla, o su salida desde el interior de un mortero o concreto recién colocado hacia la superficie.

Fraguado (setting): proceso que consiste en un desarrollo gradual de la rigidez de una mezcla cementosa; se debe a reacciones químicas y ocurre después de la adición del agua de mezclado.

Maduración (maturity): grado de desarrollo de una propiedad de una mezcla cementante.

Definiciones norma técnica colombiana NTC 6093 etiquetas ambientales tipo I. sello ambiental colombiano. criterios ambientales para prefabricados en concreto

Agregado reutilizado: Material resultante del reproceso de productos no conformes utilizados en la planta como agregado.

Aspecto ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

Criterios ambientales de producto: Requisitos ambientales que debe cumplir el producto para que se le otorgue el Sello Ambiental Colombiano (SAC). (Resolución 1555 de 2005).

Etiqueta ambiental/declaración ambiental: Manifestación que indica los aspectos ambientales de un producto o servicio. (NTC-ISO 14020).

Insumo: Material o sustancia que se emplea para la fabricación del producto terminado, sin que forme parte de éste.

Material reciclado: Material resultante del procesamiento de materiales reprocesados o residuales (por ejemplo, productos no conformes no pertenecientes al proceso de producción de la planta, material de demolición, vidrio, cerámico, metal, plástico, puzolanas, cenizas volantes, escorias, material recuperado de excavaciones, entre otros); que cumplan con las condiciones que no comprometan la calidad del producto.

Materias primas: Materiales empleados en la fabricación de los prefabricados en concreto que forma parte del producto terminado.

Material pre-consumo: Material desviado de flujo de residuo durante el proceso de fabricación. Esto excluye la reutilización como sobrantes, restos de molienda o recortes generados en el proceso de posibles reincorporarse en el proceso que los generó.

Material post-consumo: Material generado en instalaciones domésticas, comerciales, industriales o institucionales en la función de usuarios finales de un producto el cual no se puede utilizar más para su propósito original; esto excluye el retorno de material de la cadena de distribución.

Programa de etiquetado ambiental Tipo I: Programa voluntario, basado en criterios múltiples, de tercera parte, que autoriza el uso de etiquetas ambientales en productos, las que indican la preferencia ambiental global de un producto dentro de una categoría de productos, sobre la base de consideraciones del ciclo de vida.

Residuo o desecho: Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o

depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula. (Decreto 4741 de 2005)

Sello Ambiental Colombiano (SAC): Marca de certificación reconocida por la Superintendencia de Industria y Comercio, que puede portar un producto que cumpla los requisitos establecidos por la Resolución 1555 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

NTC-4383 Ingeniería civil y arquitectura. Mampostería de concreto. Términos y definiciones

Esta norma establece la terminología y las definiciones utilizadas en la mampostería de concreto

Unidad módulo: Unidad que sirve de base a un sistema de unidades en cuanto a forma y dimensiones. Se define según una longitud y una altura nominales determinadas, y se pueden producir en submódulos (tres cuartos, media, un cuarto, alta, baja, etc.) y en diversos espesores, figura 2.

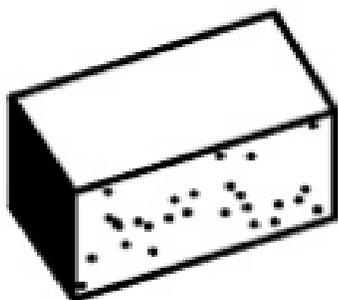


Figura 2. Unidad modulo

Fuente: NTC 4383 de 1999

Partes de las unidades:

- Cara: Cada uno de los planos que definen el volumen bruto de una unidad.
- Cara superior: Cara que, con respecto a una unidad en posición normal, conforma la junta horizontal inmediatamente arriba de ella. En un bloque es la cara que corresponde al extremo de los tabiques, con espesor mayor. Es la que recibe el mortero de la junta para poder asentar la hilada inmediatamente superior. Está definida por la longitud y el espesor de la unidad.
- Cara Inferior: Cara que, con respecto a una unidad en posición normal, conforma la junta horizontal inmediatamente debajo de ella. En un bloque es la cara que corresponde al extremo de los tabiques, con espesor menor. Está definida por la longitud y el espesor de la unidad.
- Pared: Cada una de las dos caras de una unidad, que hacen parte de las caras del muro que conforman, cuando está colocada en posición normal
- Extremo: Cada una de las dos caras de una unidad, que conforman una junta vertical con la cara adyacente de la unidad vecina. Está definido por la altura y el espesor de la unidad.

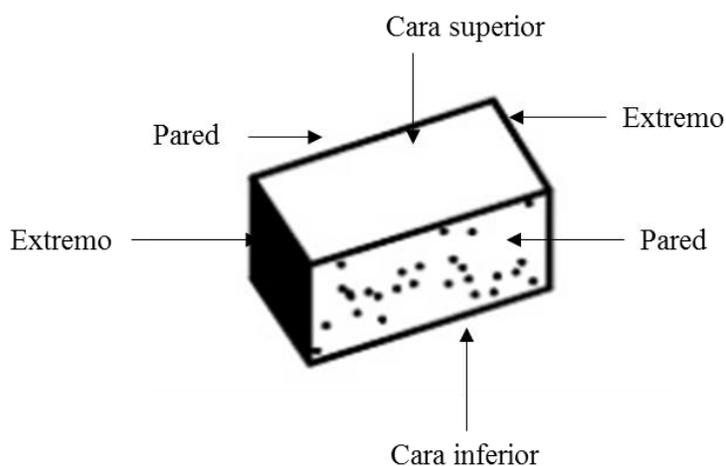


Figura 3. Partes de una unidad de mampostería de concreto

Fuente: NTC 4383 de 1999

Definiciones de la NSR-10 Título D

Área bruta de la sección: Área delimitada por los bordes externos de la mampostería en el plano bajo consideración.

Muro estructural: Elemento estructural de longitud considerable con relación a su espesor, que atiende cargas en su plano adicionales a su peso propio.

Muro no estructural: Elemento dispuesto para separar espacios, que atiende cargas únicamente debidas a su peso propio.

Resistencia a la compresión de la mampostería: Mínima resistencia nominal de la mampostería a compresión, medida sobre el área transversal neta y sobre la cual se basa su diseño.

Tolete: Es una unidad de mampostería sólida. Puede ser de arcilla cocida, de concreto o sílico-calceárea.

Unidad de mampostería: Elemento de colocación manual, de características pétreas y estabilidad dimensional, que unida con mortero configura el muro de mampostería.

MARCO TEÓRICO

Tereftalato de polietileno (PET)

Es un polímero plástico que se clasifica dentro del grupo de los termoplásticos los cuales son constituidos a partir de cadenas de polímeros lineales y que se funden o reblandecen a una cierta temperatura o rango de temperaturas. Pueden mostrar una estructura completamente desordenada de sus cadenas y entonces los denominamos amorfos, o pueden tener ciertas zonas en las cuales las moléculas tienen una organización

geométricamente ordenada y entonces los llamamos semicristalinos. (Cadena, y otros, 2012)

El PET, según su clasificación se encuentra identificado con el número uno (1) y es obtenido a partir de la refinación del Petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET es 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. A partir del petróleo crudo se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para obtener ácido tereftálico. El etileno, que se obtiene principalmente a partir de derivados del gas natural, es oxidado con aire para formar el etilenglicol. La combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol produce como resultado el PET. Dicho producto sirve como materia prima a diferentes industrias para la producción de botellas de gaseosas, agua, aceite y vinos; envases farmacéuticos, tejas, películas para el empaque de alimentos, cuerdas, cintas de grabación, alfombras, zuncho, rafia, fibras, (plásticos, 2004).

Tabla 1.
Sistema de identificación de envases y empaques

Clasificación de los polietilenos	Polietileno tereftalato PET	Polietileno de alta densidad PEAD	Policloruro de vinilo PVC	Polietileno de baja densidad PEBD	Polipropileno PP	Poliestireno PS	Otros
Código Internacional de Residuos	1	2	3	4	5	6	7

Fuente: Guía ambiental Sector Plásticos

El PET según Cadena, y otros, (2012), Presenta características relevantes como: Alta transparencia, aunque admite cargas de colorantes, resistencia al desgaste y corrosión, buen coeficiente de deslizamiento, buena resistencia química y térmica, buena barrera al CO₂,

aceptable barrera a O₂ y humedad, compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos, es reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica, aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.

El plástico PET como residuo sólido en el municipio de Girardot

El municipio de Girardot está bajo la jurisdicción de la empresa recolectora de residuos SER AMBIENTAL S.A ESP, ésta, se encarga de todos los residuos generados por los girardoteños y algunas comunidades aledañas, sin realizar algún tipo de caracterización antes de su disposición final, se arrojan directamente al relleno sanitario “Parque Ecológico Praderas del Magdalena” el cual se encuentra ubicado a 13,5 Km del municipio de Girardot, en la vía que conduce a Nariño-Cundinamarca (ver Figura 4).



Figura 4. Disposición final de los residuos sólidos en el relleno sanitario del municipio de Girardot.

Fuente: Empresa Ser Ambiental, 2016.

En Girardot se encuentran pocas empresas dedicadas al reciclaje, según Céspedes Bocanegra, (2017) quien, al caracterizar tres empresas recicladoras, aclara que “solo una, la recuperadora el

colombiano, realiza el acopio de material PET, con cifras de entrada anual de aproximadamente 13 toneladas”.

MARCO LEGAL

Una de las fases del proyecto de investigación estuvo enmarcada en la recolección de información legal que compete al idóneo desarrollo de la investigación, esta información dictamina los requisitos técnicos que debe cumplir las fabricaciones de ladrillos de concreto con agregados PET destinados para mampostería estructural, y, el cumplimiento de los diferentes parámetros estipulados en las normas técnicas colombianas (NTC) y la norma sismo resistente NSR- 10 titulo D.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10

La función de la NSR-10 es reglamentar las condiciones con las que deben contar las construcciones en la región colombiana, con el fin de presentar una respuesta favorable ante un sismo.

En el titulo D, de la NSR-10 mampostería estructural, establece los requisitos mínimos de diseño y construcción de las estructuras de mampostería y sus elementos, con el fin de lograr un comportamiento apropiado de las construcciones en mampostería estructural y su integridad estructural en las condiciones de carga vertical o transitoria, fuerza lateral, viento o sismo. Para lograr estas especificaciones de producción y calidad, la NSR-10 titulo D estipula como requisito cumplir con la NTC 4026 unidades de concreto para mampostería estructural, y la NTC 4076 unidades de concreto para mampostería no estructural interior y chapas de concreto

NTC-4026 Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural

Esta norma establece los requisitos para unidades de mampostería macizas de concreto, elaboradas con cemento portland, agua y agregados minerales con la inclusión o no de otros materiales, aptos para elaborar mampostería estructural.

Clasificación

Se establecen tres clases de mampostería de concreto según su peso:

- Peso liviano, densidad de menos de 1680 kg/m³
- Peso mediano, densidad entre 1680 kg/m³ y menos de 2000 kg/m³
- Peso normal, densidad de 2000 kg/m³ o más.

Según el control de humedad:

- Tipo 1: humedad controlada
- Tipo 2: humedad no controlada

Según la resistencia a la compresión

En el momento de despacho al comprador, las unidades de mampostería de concreto deben cumplir los requisitos de resistencia a compresión establecidos en la Tabla 2.

Tabla 2.
Resistencia a la compresión estructural

Resistencia a la compresión a los 28 d (Rc28), evaluada sobre el área neta promedio (Anp)		
Mínimo, Mpa	Promedio de 3 unidades	individual
Clase Alta	13	11
Clase Baja	8	7

Fuente: NTC 4026, 1997.

Todas las unidades deben estar sanas, no deben presentar fisuras ni otros defectos que interfieran con el proceso apropiado de colocación de la unidad, o que afecten la resistencia o permanencia (estabilidad) de la construcción. La presencia de fisuras, inherentes al proceso de fabricación, o de desportillamientos pequeños, debido a los métodos corrientes de manejo, tanto durante el transporte a la obra como durante su entrega no se deben tomar como argumento de rechazo. (NTC 4026, 1997).

NTC-4076 ingeniería civil y arquitectura. unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería no estructural interior y chapas de concreto

Esta norma establece los requisitos para unidades de mampostería macizas de concreto, elaboradas con cemento portland, agua y agregados minerales con la inclusión o no de otros materiales, aptos para elaborar mampostería no estructural.

Clasificación

Se establecen tres clases de mampostería de concreto según su peso:

- Peso liviano, densidad de menos de 1680 kg/m³
- Peso mediano, densidad entre 1680 kg/m³ y menos de 2000 kg/m³
- Peso normal, densidad de 2000 kg/m³ o más.

Según el control de humedad:

- Tipo 1: humedad controlada
- Tipo 2: humedad no controlada

Según la resistencia a la compresión

En el momento de despacho al comprador, las unidades de mampostería de concreto deben cumplir los requisitos de resistencia a compresión establecidos en la Tabla 3.

Tabla 3.
Resistencia a la compresión no estructural

Resistencia a la compresión a los 28 días (R_{c28})^A, evaluada sobre el área neta promedio	
Mínimo, Mpa	
Promedio de 3 unidades	Individual
6.0	5.0

Fuente: NTC 4076, 1997.

NTC-6093 Etiquetas ambientales tipo I. sello ambiental colombiano. criterios ambientales para prefabricados en concreto.

Aplica a productos y servicios que causen menor impacto en el ambiente, mediante la comunicación de información verificable y exacta, no engañosa, sobre aspectos ambientales de dichos productos y servicios, para estimular el mejoramiento ambiental continuo impulsado por el mercado. Esta norma se enmarca en la implementación del esquema del Sello Ambiental Colombiano, cuya reglamentación de uso se estableció mediante la Resolución 1555 de octubre de 2005 de los Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y de Comercio, Industria y Turismo.

Al presente proyecto de investigación se le atribuyen diferentes principios del sello ambiental colombiano:

- El producto o servicio debe hacer un uso sostenible de los recursos naturales que emplea como materia prima o insumo.
- El producto o servicio debe minimizar el uso de materias primas nocivas para el ambiente.
- Los procesos de fabricación o de prestación de los servicios deben utilizar menos cantidades de energía o hacer uso de fuentes de energía renovables o ambos.

- El producto o durante la prestación del servicio se deben utilizar menos materiales de empaque, preferiblemente reciclables, reutilizables o degradables.
- El producto debe ser fabricado o el servicio debe prestarse haciendo uso de tecnologías limpias o generando un menor impacto relativo sobre el ambiente.

Esta norma busca ser un instrumento de competitividad para el sector de los prefabricados en concreto, ya que la valorización de residuos y la reducción en el consumo de agua y de materias primas, por la utilización de materiales reciclados es equivalente a conservar las fuentes de agua potable y reducir al mínimo los posibles efectos adversos que se podrían causar al medio ambiente durante la explotación de materias primas y la producción de los prefabricados en concreto.

Norma técnica colombiana GTC 24-2009

Por la cual brinda las pautas para realizar la separación de los materiales que constituyen los residuos no peligrosos en las diferentes fuentes de generación: doméstica, industrial, comercial, institucional y de servicios. Igualmente da orientaciones para facilitar la recolección selectiva en la fuente.

NORMOGRAMA

Tabla 4.
Normograma

NUMERO DE LA NORMA	NOMBRE	OBJETO
RECURSOS RENOVABLES		
DECRETO 2811 DE 1974		Código de recursos naturales y del medio ambiente; Art. 33, 192, 193 Control de ruido en obras de infraestructura. Manejo y reutilización de materias orgánicas o inorgánicas para la construcción y ayuda del medio ambiente.
LEY 02 DE 1959		Economía Forestal de la Nación y conservación de recursos renovables.

AMBIENTAL		
NTC-ISO 14001	Sistemas de gestión ambiental. requisitos con orientación para su uso	Especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental que una organización puede usar para mejorar su desempeño ambiental.
NTC-ISO 14040	gestión ambiental	Describe los principios y el marco de referencia para el análisis del ciclo de vida
NTC 6093	6093 etiquetas ambientales tipo 1. Sello ambiental colombiano. Criterios ambientales para fabricados en concreto.	establece los requisitos ambientales para fabricados en concretos
NTC-ISO/TR 14025	declaraciones ambientales de producto o etiquetas tipo iii	Las ecoetiquetas tipo III, muestran información estandarizada basada en el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de productos o servicios, reuniendo un conjunto de indicadores ambientales pertinentes al ACV (consumo de recursos, residuos, emisiones tóxicas, desechos, entre otras).
RESIDUOS SOLIDOS		
Ley 99 de 1993		Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1713 de 2002		Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Resolución 1164 de 2002		por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares
Decreto 838 de 2005		Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
AGREGADOS		
NTC 77	Concreto. método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos	Abarca la determinación de la de la distribución de los tamaños de las partículas que componen los agregados finos y gruesos, a través de un proceso de tamizado

NTC 78	Ingeniería civil y arquitectura. método para determinar por lavado el material que pasa el tamiz 75 μ m en agregados minerales	Establece el procedimiento para determinar por lavado, la cantidad de material más fino que el tamiz 75 μ m (No 200) en agregados. Las partículas de arcilla y otras partículas del agregado que se dispersan por el lavado con agua, así como los materiales solubles en el agua, se separan del agregado durante el ensayo.
NTC 4045	Ingeniería civil y arquitectura. agregados livianos para concreto estructural	Se refiere a agregados livianos utilizados en concreto estructural, en donde las consideraciones principales son el poco peso y la resistencia del concreto a la compresión. Los procedimientos a que se refiere esta norma no están previstos para el control de la calidad del concreto en obra.
NTC 3502	Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos incorporadores de aire para concreto.	Esta norma contempla los materiales empleados como aditivos incorporadores de aire agregados a la mezcla de concreto.
NTC 174	concretos especificaciones de los agregados para concreto	Establecer los requisitos de gradación y calidad para los agregados finos y gruesos, (excepto los agregados livianos y pesados) para uso en concreto.
NTC 3937	Cementos. arena normalizada para ensayos decremento hidráulico	Esta norma es aplicable a la arena normalizada para ser utilizada en los ensayos de cementos hidráulicos.
NTC 385	Ingeniería civil y arquitectura. terminología relativa al concreto y sus agregados	Esta norma establece las definiciones, aplicables al concreto de cemento hidráulico, aunque algunas de ellas pueden tener una aplicación más amplia.
NTC 129	Ingeniería civil y arquitectura. práctica para la toma de muestras desagregados	Esta norma abarca la toma de muestras de agregados finos y gruesos para los siguientes propósitos: La investigación preliminar de la fuente potencial de suministros El control del producto de la fuente de suministro El control de las operaciones en el sitio de construcción La aceptación o el rechazo de los materiales.

AGUA DE MEZCLA

NTC 3459	Concretos. Agua para la elaboración de concreto.	Esta norma tiene por objeto determinar el método para establecer por medio de ensayos, si el agua es apropiada para la elaboración de concreto.
NORMATIVIDAD CONCRETOS		
NTC 4383	Ingeniería civil y arquitectura. Mampostería de concreto. términos y definiciones	establece la terminología y las definiciones utilizadas en la mampostería de concreto
NTC 4076	Ingeniería civil y arquitectura. unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería no estructural interior y chapas de concreto	Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería no estructural interior y chapa de concreto.
NTC-2275	Ingeniería civil y arquitectura. procedimiento recomendado para la evaluación de los resultados de los ensayos de resistencia del concreto	Conocer la variación en el concreto elaborado y permitir la utilización de los procedimientos estadísticos apropiados que serán empleados en la interpretación de los resultados de los ensayos.
NTC- 3318	producción de concreto	Establece las especificaciones para la producción de concreto, considerando que el concreto se entrega a la obra en estado fresco.
NTC-2017	Adoquines de concreto para pavimentos	Establece los requisitos para adoquines de concreto.
NTC 1377	Ingeniería civil y arquitectura. elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos de laboratorio	Esta norma establece los procedimientos para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando concreto que se puede compactar por apisonamiento o vibración, como se describe en la presente norma.

NTC 454	Concreto fresco. Toma de muestras.	Indica sobre los procedimientos que se deben realizar para obtener muestras representativas de hormigón fresco, en las condiciones como es entregado en la obra o donde las pruebas se llevarán a cabo.
NTC 550	Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.	establece los procedimientos para la elaboración y curado de especímenes cilíndricos y prismáticos, tomados de muestras representativas de concreto fresco para construcción
NTC 890	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración	Este método de ensayo cubre la determinación del tiempo de fraguado del concreto, con asentamiento mayor a cero, por medio de mediciones de resistencia a la penetración sobre el mortero tamizado de la mezcla de concreto
CONSTRUCCIÓN		
NSR-10	Reglamento colombiano de construcción sismorresistente	Requisitos mínimos que, en alguna medida, garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte
UNIDADES		
NTC 4026	Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural	Establece los requisitos para unidades de mampostería, perforadas o macizas de concreto, elaboradas con cemento Portland, agua y agregados minerales con la inclusión o no de otros materiales, aptos para elaborar mampostería estructural.
NTC 4072	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la contracción	Esta norma establece el procedimiento para determinar la contracción lineal por secado de unidades de mampostería y otros productos de

	lineal por secado en unidades (bloques y ladrillos), de concreto, para mampostería	concreto, bajo condiciones específicas de secado acelerado.
NTC 4076	Unidades de concreto para mampostería no estructural	Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería no estructural interior y chapa de concreto.
NTC 4383	Ingeniería civil y arquitectura. Mampostería de concreto. Términos y definiciones	establece la terminología y las definiciones utilizadas en la mampostería de concreto

Fuente: propia

MARCO GEOGRÁFICO

Ubicación y características agroclimáticas

Ubicación geográfica:

La fase de implementación del PGIR y la fabricación de los ladrillos de concreto con agregado PET se ejecutó en el municipio de Melgar del departamento del Tolima – Colombia, y la evaluación de resistencia a la compresión de los ladrillos con agregados PET, se llevó a cabo en el laboratorio de la universidad piloto de Colombia ubicado en el municipio de Girardot del departamento de Cundinamarca-Colombia.

El municipio de Melgar limita por el Oriente con Icononzo, desde el alto llamado "Cara de Perro" siguiendo por la cordillera hacia el norte (N) y luego hacia el occidente hasta su terminación en el río Sumapaz; siguiendo ésta hacia el sur hasta la desembocadura de la quebrada El Águila, lindando con el Departamento de Cundinamarca; quebrada de Apicalá arriba, hasta la desembocadura del Inalí; de ésta, aguas arriba, hasta la vuelta de la quebrada

frente al paso la Recana sobre la misma quebrada; de este punto mirando hacia el sur, hasta el filo del cerro Llamado "EI Cauquita" hasta el boquerón de Inalí, siguiendo hacia el oriente, a dar a la cima del cerro Cunday, lindando esta extensión con el municipio del Carmen y de este punto hacia el Norte, siguiendo por la cima de la cordillera, hasta el Alto de "Cara de Perro" lindando con el municipio de Cunday, primer punto de partida. (Cortolima, 2004).

Características agroclimáticas

El municipio de Melgar-Tolima cuenta con las características climáticas y sociales que se necesitan para el desarrollo del trabajo de investigación; presenta normalmente un clima cálido y la principal actividad económica del municipio es el turismo. Esto hace que el índice de consumo y desechos plásticos (PET) aumenten considerablemente, por lo tanto, desde el punto de vista del correcto tratamiento de residuos y su aprovechamiento, se genera un insumo para la fabricación de nuevos productos con intereses en la industria de la construcción. (Cortolima, 2004)

El municipio de Melgar, está situado al oriente del Departamento del Tolima, su cabecera está localizada sobre los 4 grados 12 segundos de latitud norte y los 74 grados 39 segundos de longitud al oeste de Greenwich. El área urbana tiene una altura de 323 m.s.m y temperatura promedio de 26 grados centígrados. Su área comprende 196 Km² limita al norte con el Departamento de Cundinamarca, al occidente con el Municipio de Icononzo, al oriente con Carmen de Apicalá y al sur con el Municipio de Cunday (Cortolima, 2004).

Hidrología

“Melgar tiene como centro el río Sumapaz, fuente hídrica que nace en el páramo del Sumapaz, el cual desemboca en el río Magdalena” (Cortolima, 2004).

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó consistente en una investigación experimental; la cual permite modificar diferentes variables independientes, con el propósito de obtener ladrillos de concreto con agregados PET con características de resistencia mecánicas, cumpliendo con la NSR- 10 Titulo D Reglamento Colombiano de construcción de Sismo Resistencia.

UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

Universo: Una vez se optimicen las etapas experimentales y corroboración de datos científicos, los resultados de este proyecto están dirigidos a toda la población, desde la etapa inicial del proceso de obtención del material PET hasta la etapa final que es la elaboración de un material de construcción que sea amigable con el medio ambiente.

Población: Se tomo como eje principal la organización “Tamales doña Stella” el cual nos brindó el espacio y el tiempo para implementar el programa de gestión integral de residuos sólidos, realizando capacitaciones sobre la clasificación de los residuos sólidos desde la segregación hasta la disposición final.

Muestra: Representativa. Se asocia dos componentes; la persona natural y las empresas fabricantes de ladrillos convencionales de concreto.

MATERIALES Y RECURSOS

Materiales utilizados para el uso de tiras PET la fabricación de ladrillos de concreto

El material reciclado se procesó por medio de la maquina fileteadora de PET, fabricada artesanalmente, con la cual se obtuvo el hilo requerido para el desarrollo del proyecto, este hilo posteriormente de forma manual se cortó con tijeras obteniendo tiras de tres centímetros de

largo. Se utilizó un molde de madera de 26cm x 13cm x 7cm (medidas nominales), en el cual se introdujo la mezcla compuesta por cemento portland tipo 1, arena lavada y grava de ½ pulgada junto con agua y los porcentajes de tiras PET establecidos; a los 28 días de fraguado se obtuvieron como resultado los ladrillos de concreto con agregado PET.

Recursos

Recursos humanos

En este proyecto de investigación trabajaron 3 personas; un tutor y dos estudiantes

- Sol Rojas Rodríguez (estudiante): En cargos del desarrollo y ejecución del proyecto de investigación.
- Jorge Bolaños Aguilar (estudiante): En cargos del desarrollo y ejecución del proyecto de investigación.
- John Sandoval (Tutor): Instructor en el todo el desarrollo del trabajo de investigación, realiza el acompañamiento y explicación de cada proceso de campo que se realiza en la metodología.

Recursos económicos

Se recolectaron los valores obtenidos durante el transcurso de la investigación y se plasmaron en la tabla No. 5.

Tabla 5.
costos de los materiales necesarios para la investigación

COSTOS DE LOS MATERIALES		
Materiales	Cantidad	Costo
ladrillo de concretos comerciales	20	\$14.000
Bisturi	3	\$ 6.000
uniones de aluminio	3	\$8.000
Ressorte	1	\$ 500
tabla (8cm x 20 cm)	1	\$ 3.000
tornillos	10	\$ 1.000
Alicate	1	\$ 15.000
Cinta de enmascarar	1	\$ 3.000
Pegante instantáneo	2	\$ 4.000
Cemento Portland tipo No 1	24 kg	\$ 11.200
Arena fina	2 lonas	\$ 7.200
Grava	2 lonas	\$ 8.500
Molde de madera, 7 cm X13 cm X26 cm (medida nominal)	1	\$ 50.000
palustre	1	\$ 7.000
batea	1	\$ 5.000

Mayas para Tamiz	2	\$9.000
SUBTOTAL		\$ 152.400
Equipos de uso propio		
portátil	2	\$ 3.000.000
celular	2	\$ 1.500.000
Justificación de viajes		
Tutorías	6	\$120.000
Transporte de unidades	1	\$16.000
Transporte de materiales	2	\$ 17.000
TOTAL		\$ 4.653.000

Fuente: propia

Nota: Las pruebas de laboratorio de compresión fueron gratuitas en la universidad Piloto de Colombia; ya que la universidad de Cundinamarca cuenta actualmente con un convenio, que permite hacer uso de los respectivos equipos de laboratorio.

FASES METODOLÓGICAS

Para la fabricación de los ladrillos de concreto con agregados PET se llevó a cabo la metodología cumpliendo con lo estipulado en la NSR-10 Titulo D , la investigación desarrolló diferentes fases en las cuales se caracteriza detalladamente los procedimientos realizados:

FASE NO 1. OBTENCIÓN DEL MATERIAL PET

Se formuló e implementó un Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos en la organización (restaurante) Tamales doña Stella, ubicada en el municipio de Melgar, Tolima.

Este PGIR tuvo como objetivo obtener de forma directa el material PET que se utilizó en la elaboración de los ladrillos de concreto con agregado PET. (véase anexo capítulo 5).

Básicamente se realizó i) la implementación de recipientes rotulados con la clasificación integral de los residuos, ii) capacitaciones para llevar a cabo segregación y separación en la fuente de los residuos, iii) tratamiento y/o disposición final de residuos aprovechables y ordinarios, iv) obtención de las cantidades promedio mensuales de residuos generados por la organización, v) Capacitaciones a todos los operarios que laboran allí.

El programa de gestión integral de residuos sólidos en la organización Tamales Doña Stella se realizó con el fin de reciclar las botellas PET, que son el insumo o materia prima para la elaboración de ladrillos.

Para el desarrollo del PGIRS se establecieron directrices, programas, acciones, y recursos orientados a la correcta gestión de los residuos generados por las actividades que puedan ser evaluadas periódicamente y que garanticen la minimización de impactos ambientales asociados a la mala disposición de los residuos, la reducción de costos en el manejo y disposición final, el cumplimiento de la normatividad vigente y el fortalecimiento de la cultura ambiental en el personal de la organización, lo que llevara a fomentar el desarrollo sostenible en la organización.

FASE NO 2. Fabricación de maquina fileteadora para obtener tiras PET y fabricación de molde para ladrillos

Fabricación de maquina fileteadora de PET

Para la fabricación de la maquina fileteadora se optó por un modelo de fácil utilización, con menor cantidad de elementos a utilizar para su construcción y con un sencillo método para

graduar el diámetro de la tira que se quiere obtener. Todas estas características favorables se buscan con el propósito de que cualquier persona pueda construirla a bajo costo y operarla sin mayores complicaciones. A este tipo de máquinas no se le atribuye un inventor original, pero si una cultura en Japón que se dedica a realizar artesanías con material PET reciclado.

Para su construcción se necesitan los materiales de la figura No.5.



Figura 5. materiales de maquina fileteadora manual

Fuente: Electronuno, 2013. Fileteadora PET Ajustable Paso a paso.

Para dar inicio al proceso de fabricación en primera instancia hay que determinar el lugar exacto para fijar el bisturí sobre la barra metálica, marcando la posición con un marcador y posteriormente realizar la perforación con el taladro.



Figura 6. Localización del bisturí

Fuente: Electronuno, 2013. Fileteadora PET Ajustable Paso a paso.

Siguiente se toman las medidas para colocar la varilla roscada, esta, no debe hacerse tan lejos de las aperturas hechas para sostener para el bisturí, ya que la varilla brinda estabilidad a la botella de PET. Figura No. 7.

Con la segueta se procede hacer cortes en la barra metálica, cada una de estas se puede hacer de tal manera que cada ranura realizada sea proporcional a un milímetro de grosor, esto, con el fin de obtener como resultado diferentes diámetros de las tiras. Figura No. 8.

Ya con los anteriores agujeros y ranuras realizados se procede a ensamblar las piezas teniendo en cuenta que las mismas tuercas que aprietan la varilla es la misma que sujeta el bisturí.

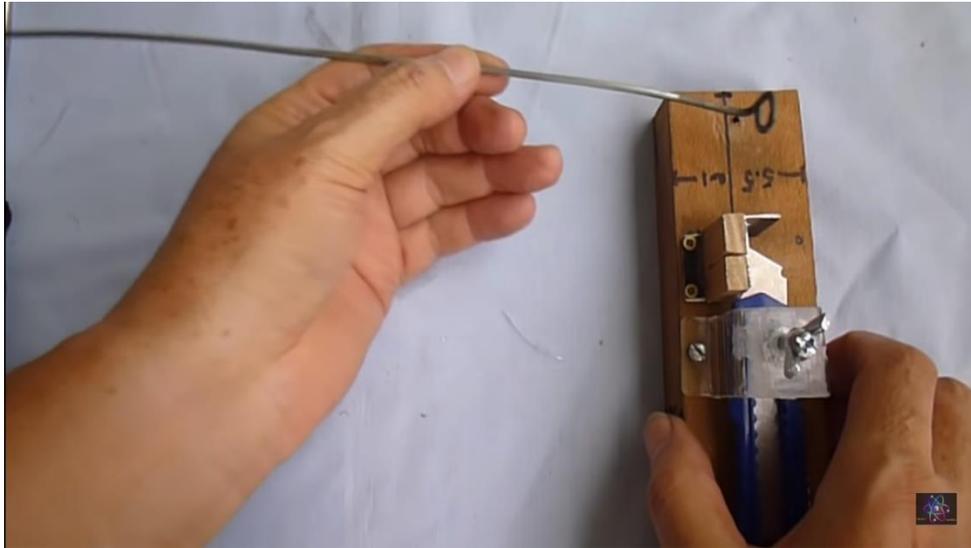


Figura 7. Inserción de la varilla.

Fuente: Electronuno, 2013. Fileteadora PET Ajustable Paso a paso.



Figura 8. Ranuras hechas con la segueta.

Fuente: Electronuno, 2013. Fileteadora PET Ajustable Paso a paso

Operación de la maquina fileteadora de PET

Para la operación se procede a cortar con tijeras una pequeña tira en la botella de PET, esta tira va incrustada en alguna de las ranuras de la barra metálica dependiendo del grosor que queramos, y se procede a jalar la tira hasta terminar con la botella PET como lo muestra la figura No. 9.

El diámetro y tamaño que se va a obtener para la investigación de cada tira será de 3 mm de ancho aproximadamente, y de largo se cortaran a 3.5 cm.

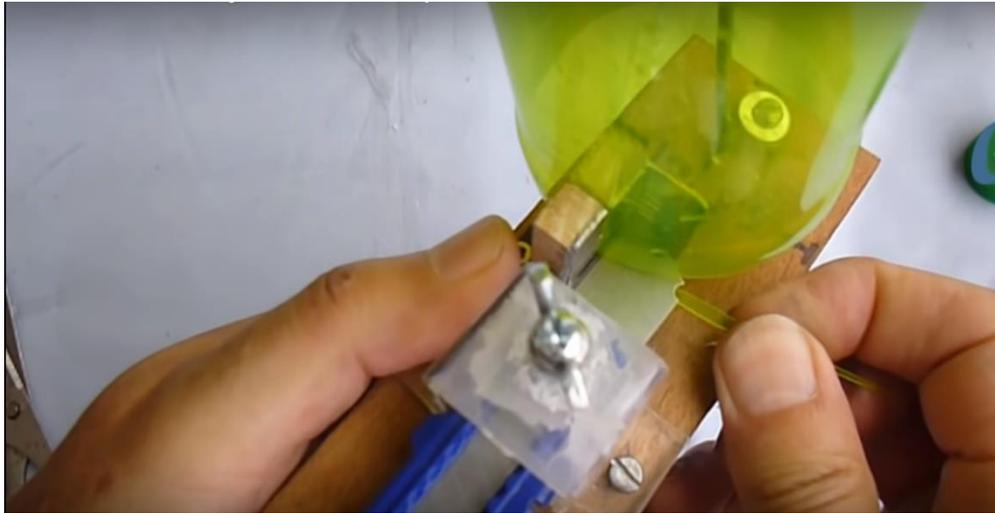


Figura 9. Prototipo de la maquina fileteadora

Fuente: Electronuno, 2013. Fileteadora PET Ajustable Paso a paso.

Diseño del molde de madera

Se elaboró un molde de madera con 6 compartimientos, el cual cada uno de ellos lleva una medida de 6cm x 12cm x 25 cm (medidas reales); este molde de madera tiene dos bisagras al costado inferior y los divisores de los compartimientos de un cajón a otro son movibles. Esto se hizo con el fin de que a la hora de desencofrar los ladrillos sea fácil de sacarlos.

Las medidas que se asignaron para cada ladrillo se toman de referencia según las medidas nominales de las marcas comerciales.

FASE NO 3. ELABORACIÓN DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO CON AGREGADO PET

Para poder determinar el diseño de mezcla adecuado, se tomó como referencia la normativa NTC-4026 INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA. UNIDADES (BLOQUES Y LADRILLOS) DE CONCRETO PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL, como lo muestra la tabla No 2 al inicio del documento. En la cual se especifican las características que deben tener las unidades de concreto para clasificarse como estructural, de ella se toma la resistencia a la compresión estipulada como clase alta con una muestra promedio de 3 unidades de 13 Mpa (mega pascales) a los 28 días de maduración.

Con un factor de conversión de Mpa (mega pascales) a Psi (pounds-force per square inch), **13 Mpa** equivalen a **1885.49 PSI**, con este dato obtenemos la cantidad de materiales requeridos para m^3 de concreto, basada en la tabla numero 6 realizada por el ingeniero civil Ronald G. Soto. En la cual se estipula que para una resistencia en **PSI de 1976** se debe preparar una mezcla de una parte de cemento por dos y media de arena por tres de grava (1: 2 ½: 3)

Tabla 6.

Cantidades de material por cada m^3 de concreto. Agregados pesaos

PROPORCIÓN	CEMENTO	ARENA	GRAVA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS	A LA	AGUA
Cemento, arena y grava	kg	m^3	m^3	PSI	ton/ m^2	m^3
1 : 2 ½ : 3	327	0,540	0,648	1976	1532	0,229

Fuente: Ronald Soto, 2015.

En todo el proceso de la fabricación de los ladrillos de concreto con agregado PET, se realizaron 5 fundiciones; las cuales en cada una de ellas se obtuvieron 6 unidades de ladrillos. Cada fundición tiene un porcentaje de PET distinto.

Para poder realizar una fundición de 6 ladrillos se estipularon los valores de la Tabla 7.

Cabe resaltar que, desde el inicio de la primera fundición, se recolectaron datos climatológicos, puesto que durante los 28 días de fraguado las unidades de concreto adquieren sus optimas características de resistencia (véase anexo tabla de condiciones climáticas)

Tabla 7.
Mezcla base para los ladrillos de concreto

CEMENTO	ARENA	GRAVA
4,5Kg	9,7Kg	10,7Kg

Fuente: propia

Fundición No 1

El 22 de octubre del 2018 se llevó acabo la fundición de 6 ladrillos; de los cuales 1 de muestra control (no tienen PET) y los otros 5 son ladrillos con agregado PET con diferente porcentaje de PET. Tabla No.8

Fundición No 2

El 30 de noviembre del 2018 se llevó acabo la fundición de 6 ladrillos; de los cuales 1 se muestra control (no tienen PET) y los otros 5 son ladrillos con agregado PET con diferente porcentaje de PET. Tabla No. 9

Fundición No 3

El 13 de enero del 2019 se llevó acabo la fundición de 6 ladrillos; de los cuales 1 se muestra control (no tienen PET) y los otros 5 son ladrillos con agregado PET con diferente porcentaje de PET. Tabla No.10

Fundición No 4

El 27 de enero del 2019 se llevó acabo la fundición de 6 ladrillos; de los cuales 1 se muestra control (no tienen PET) y los otros 5 son ladrillos con agregado PET con diferente porcentaje de PET. Tabla No.11

Fundición No 5

El 17 de febrero del 2019 se llevó acabo la fundición de 6 ladrillos; de los cuales 1 se muestra control (no tienen PET) y los otros 5 son ladrillos con agregado PET con diferente porcentaje de PET. Tabla No.12

Tabla 8.

Relación de PET utilizado en la fundición numero 1

REFEREN CIA	PET (% peso)	PET (g)
CB	0	0
L2	1	40
L3	1	40
L4	1,25	50
L5	2,25	90
L6	2,4	96

Tabla 9.
Relación de PET utilizado en la fundición numero 2

REFEREN CIA	PET (% peso)	PET (g)
CB(A1)	0	0
A2	1,75	70
A3	1,5	60
A4	1,25	50
A5	1	40
A6	0,75	30

Tabla 10.
Relación de PET utilizado en la fundición numero 3

REFEREN CIA	PET (% peso)	PET (g)
CB(B1)	0	0
B2	1,75	70
B3	1,5	60
B4	1,25	50
B5	1	40
B6	0,75	30

Tabla 11.
Relación de PET utilizado en la fundición numero 4

REFEREN CIA	PET (% peso)	PET (g)
CB(C1)	0	0

C2	1,75	70
C3	1,5	60
C4	1,25	50
C5	1	40
C6	0,75	30

Tabla 12.
Relación de PET utilizado en la fundición numero 5

REFEREN CIA	PET (% peso)	PET (g)
CB(D1)	0	0
D2	1,75	70
D3	1,5	60
D4	1,25	50
D5	1	40
D6	0,75	30

En la Tabla No .19 se puede observar detalladamente toda la información del peso de cada ladrillo al pasar por cada proceso de Desmolde, Curado y Fraguado y la relación del peso que tiene la mezcla cuando se le agrega el PET. También se puede observar las condiciones climáticas durante estos meses que se tuvieron los ladrillos en almacenamiento.

FASE NO 4. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE CONCRETO CON AGREGADO PET

En esta fase se entra a evaluar el producto de la combinación de las fases anteriores, el cual es el “uso de tiras PET en ladrillos de concreto”, donde se analizó la propiedad mecánica de resistencia a la compresión; con el fin de saber si las unidades obtenidas cumplen con lo

requerido de las normativas NSR- 10 Reglamento Colombiano de construcción de Sismo Resistencia Titulo D, NTC 4026 Unidades de bloque - ladrillos de concreto para mampostería estructural y NTC-6093 Etiquetas ambientales tipo I. sello ambiental colombiano. criterios ambientales para prefabricados en concreto.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo 1

- Formular e Implementar un Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos en la organización Tamales doña Stella, ubicada en el municipio de Melgar, Tolima.

La formulación e implementación del PGIR al restaurante “Tamales Doña Stella” permite que haya una debida organización, manipulación y adecuada disposición final de los residuos sólidos; facilitándole a la organización una optimización de las labores que se realizan allí y brindando una seguridad sanitaria a la hora de desempeñar los procesos de producción (véase anexo capítulo 5); pero también se obtienen diversos beneficios de carácter: i) Social, en donde le permite a los trabajadores dedicados al reciclaje disminuyendo la carga contaminante de residuos sólidos que se dispone al relleno sanitario de la región y también ayuda a encaminar a la organización en la búsqueda de la obtención a largo plazo del “sello ambiental”.

La segregación de los residuos generados en la organización se clasificó de la siguiente forma: **orgánicos** (desechos de alimentos y restos de hojas de plátano), **ordinarios o inertes** (servilleta usadas, icopor, residuos de barrido, sanitarios), **reciclables** (botellas plásticas, cartón, papel periódico y hojas de papel) y **peligrosos** (aceites usado, luminarias y baterías). Véase Figuras No 10, 11 y 12.



Figura 11. Residuos Ordinarios no reciclables



Figura 10. Residuos orgánicos



Figura 12. Residuos reciclables

Nota: Se tuvieron en consideración los residuos peligrosos en el PGIR; pero por decisión de la alta dirección de la organización no se dispuso presupuesto para su implementación. Ya que la disposición final de los aceites tiene un costo considerable por los recipientes para el almacenamiento y la realización de un contrato con una empresa externa prestadora de servicios, la cual es la encargada de la recolección de estos residuos.

En el desarrollo del proceso de fabricación de los ladrillos; se utilizaron 1.500 gramos procesados de PET, lo cual equivalen a 4 Kilogramos de plástico reciclado (Tereftalato de polietileno). En la Tabla No 13 se ilustra los datos generales que tiene una botella de PET reciclada.

Tabla 13.
Relación de peso y cantidad de botellas recicladas PET utilizadas

Peso unitario de botella PET (gr)	Cantidad promedio aprovechable por unidad de botella (gr)	Perdida	Peso total de botellas utilizadas (gr)	Numero de botellas utilizadas
		unitaria por botella(base y boca de la botella) gr		
40	15	25	4.000	100

Fuente: propia

Cabe resaltar que la implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos en la organización “Tamales Doña Stella”, permitió obtener de forma directa la totalidad del material reciclable botellas PET necesaria para el desarrollo y fabricación de los ladrillos de concreto con agregado PET.

Objetivo 2

- Fabricar ladrillos amigables con el medio ambiente, variando la composición porcentual de la mezcla base y del material PET dispuesto en tiras de longitud y espesor bien definido.

Para el proceso de elaboración de los ladrillos de concreto con material PET, se debió realizar cinco (5) fundiciones en diferentes periodos de tiempo (diferentes meses). En cada fundición que se realizó se elaboraron 6 ladrillos, debido a que el molde que se utilizó solo contaba con 6 compartimientos. (Véase en la figura No 13).



Figura 13. Aplicación de la mezcla base en el molde de madera.

Fuente: Propia diseño en programa de Sketchup

En la tabla No .19 se puede observar el periodo de tiempo que se realizaron las fundiciones, el peso que tiene cada ladrillo al pasar por cada proceso de elaboración (desmolde, curado y fraguado); en donde se puede observar claramente que en el proceso de fraguado el ladrillo pierde un porcentaje de humedad frente a su peso inicial.

En dicha tabla, también se puede analizar la cantidad de mezcla base que se utilizó en cada fundición y la cantidad (gramos) de material PET que se le agregó a cada ladrillo, en las proporciones de 30g, 40g, 50g, 60g, 70g, 90g y 96g; teniendo en cuenta que en cada función que se realizó había una variación porcentual de PET diferente entre un ladrillo y otro.

El Tereftalato de Polietileno (PET) se agregó en la mezcla de concreto formando dos (2) capas uniformes de PET (Véase en la Figura No 14). Cada tira de PET tiene una longitud de 3,5 mm y de diámetro 3mm. (Véase en la figura 15).

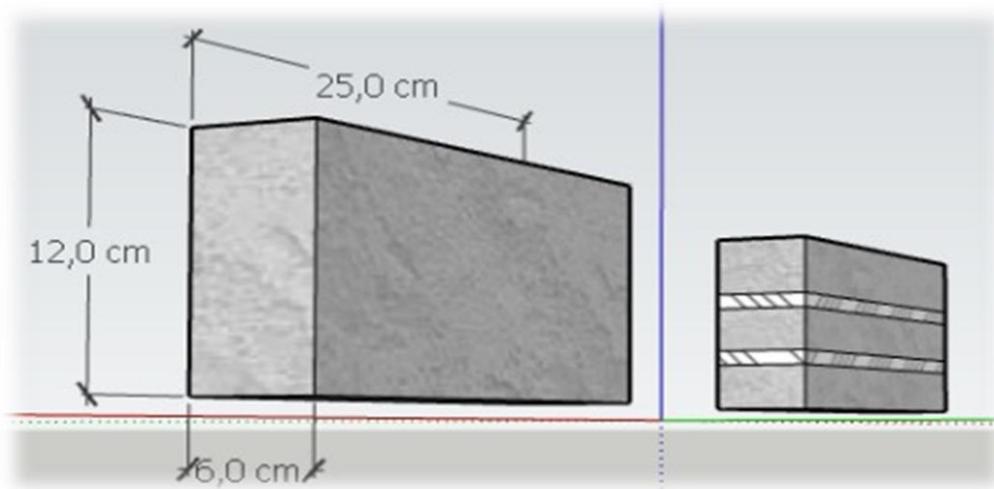


Figura 14. Ladrillo de concreto con las capas PET.

Fuente: Propia diseño en programa de Sketchup



Figura 15. Dimensiones de mediada de las tiras PET

Fuente: Propia

Se estableció estas dimensiones de medida de las tiras PET, debido a que el Tereftalato de Polietileno es un material liviano y de bajo peso, pero con gran volumen; en el momento de tener

tiras con una longitud mayor se dificultaba a la hora de agregarlo en la mezcla de concreto, debido a que a mayor volumen, era menor la posibilidad de peso (gr) PET utilizados en los ladrillos.

Objetivo 3

- Evaluar las características físicas y mecánicas de los ladrillos fabricados de acuerdo con la normatividad NSR-10, reglamento colombiano de construcción de sismo resistencia, Título D.

En reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 titulo D, especifica que todas las unidades de mampostería utilizadas en el diseño y la construcción de estructuras de mampostería deben cumplir con la norma **NTC 4026 para las unidades de concreto macizas para mampostería estructural**, y con la norma **NTC 4076 unidades de concreto para mampostería no estructural**.

Para realizar las pruebas de compresión y absorción de agua a los ladrillos de concreto con agregado PET se debe de cumplir con un tiempo mínimo para que se puedan fallar (realizar las pruebas); ya que el concreto adquieren una resistencia específica a partir de los 28 días según la norma NTC 4026 de 1997.

Resistencia a la compresión

Se le realizo En la Tabla No 20 se puede observar los resultados que tuvo los ladrillos de concreto con agregado PET, al realizársele la prueba de resistencia a la compresión se observó que los ladrillos “L4, 4C y A4” son los que mejor desempeño tuvieron en la prueba de resistencia a la compresión; con un contenido indicado de PET de 50 gr. Cumpliendo con el

estándar requerido y establecido por la norma **NTC 4026 para Mampostería Estructural** que es de **8 Mpa** promedio para 3 unidades de concreto, clasificándolo en la **clase de resistencia baja (B)**. (Véase en la tabla No 2).

Al analizar estos resultados podemos decir que el contenido de PET específico para realizar los ladrillos de concreto cumpliendo con los estándares mínimos requeridos por la norma de mampostería Estructural para clase baja, es de **50gr** de PET; ya que el Tereftalato de Polietileno en esta proporción se comporta de la mejor forma sin alterar las propiedades físicas que por naturaleza tiene el concreto.

Se evidencio que las resistencias a la compresión de las funciones No 2,3 y 4, son un poco más bajas, con relación a los datos obtenidos de la fundición No 1.(Véase en la ilustración No 16). Esto se le puede atribuir a que no se utilizó la misma referencia de los materiales, para ser más específicos no se utilizó el mismo tipo de cemento; ya que en la fundición No 1 se utilizó cemento **Cemex Pórtland Tipo 1 Súper resistente** y en las demás fundiciones se utilizó cemento **Cemex Portland Tipo 1 Uso general**. El cambio de referencia del material se produjo en el momento de la compra de los materiales para la primera (1) fundición, en la ferretería nos vendieron 5 kilogramos de cemento portland tipo 1 Súper resistente que les había quedado de un bulto de cemento que estaba destapado; por lo consiguiente cuando se fue a comprar la misma referencia de cemento para utilizarlas en las demás fundiciones no se pudo volver a conseguir ya que solo lo traían por pedidos al por mayor (más de 5 bultos de cemento).

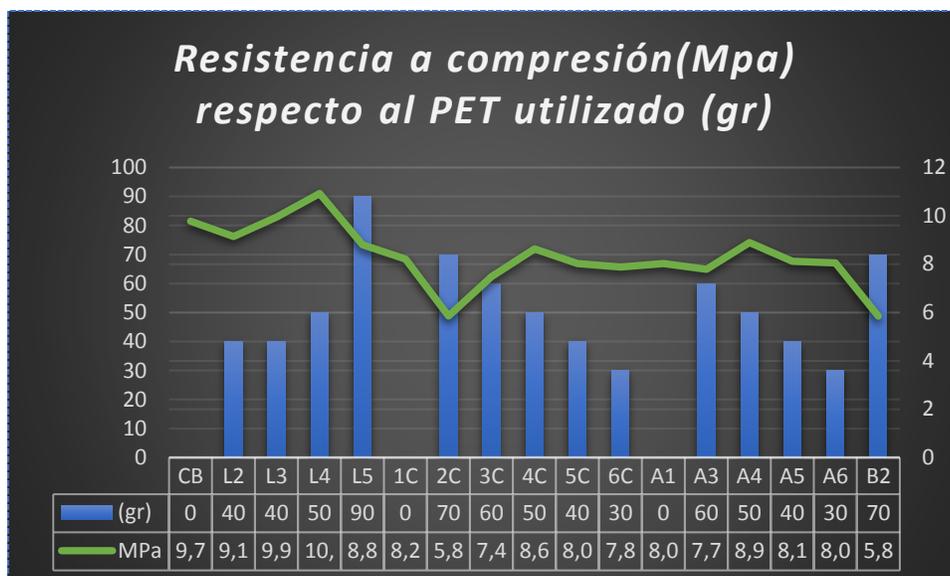


Figura 16. resistencia a la compresión (Mpa) respecto al PET utilizado (gr)

Fuente: propia

Absorción de agua

Las pruebas de absorción de agua se realizaron a 6 ladrillos pertenecientes a la fundición número cinco (5). En la tabla No. 14 se puede observar el porcentaje de humedad que absorbe cada ladrillo con diferente agregado PET; se puede deducir que el ladrillo de concreto con agregado PET posee un porcentaje de humedad bajo de **10%** en comparación con el ladrillo que está hecho solo con concreto que tuvo un porcentaje de humedad del **16%**, lo que significa que la adición de material PET en capas permite que haya una menor absorción de humedad siendo esto favorable en el proyecto realizado.

Tal vez se le puede atribuir la forma en la que se dispuso el material agregado y el tipo de material que se utilizó en el ladrillo en este caso el Tereftalato de Polietileno (PET), permitiendo servir como aislante del agua y así reducir los índices de absorción y filtración del agua en el ladrillo fabricado en relación con un ladrillo convencional.

Tabla 14.
absorción de agua

Nomenclatura del ladrillo	Agregado PET (gr)	Peso estándar (gr)	Prueba de absorción de agua		Porcentaje de absorción de agua (%)
			(gr)		
			Peso en húmedo	Peso en seco (110°C en 24 horas)	
1 D	0	3.994	4.350	3.679	16,80
2 D	70	3.926	4.188	3.775	10,51
3 D	60	3.992	4.163	3.755	10,22
4 D	50	3.849	4.121	3.732	10,11
5 D	40	3.818	4.099	3.698	10,50
6 D	30	3.940	4.002	3.587	10,53

Fuente: propia

Nota: Según la NTC 4026 Los ladrillos deben de estar sumergidos en el agua durante 24 horas, para que absorban bien la cantidad de agua y el secado en el horno debe de ser durante 24 horas a una temperatura al redor de 110 a 115 °c.

ANÁLISIS DE COSTOS

Se puede observar en la tabla No 15 el análisis de costo para la fabricación de 30 ladrillos de concreto con agregado PET, con el fin de obtener el valor unitario que tiene un ladrillo al elaborarse. Cabe resaltar que en esta tabla no se contempló el valor de mano de obra del trabajador, debido a que la cantidad de ladrillos que se hicieron no se realizaron el mismo día; sino que fueron en diferentes periodos de tiempo (meses distintos).

Tabla 15.

Análisis de costos para la elaboración de los ladrillos de concreto con agregado PET.

Costos para la fabricación de 30 ladrillos de concreto con agregado PET				
materiales	peso (kg)	cantidad requerida	precio unitario	precio total
PET	3	100 botellas PET	\$ 0	\$ 0
arena	48	2 lonas	\$ 3.600	\$ 7.200
grava	53	2 lonas	\$ 4.250	\$ 8.500
cemento	22	½ bulto	\$ 11.200	\$ 11.200
TOTAL				\$ 26.900
producto obtenido	peso aproximado unitario (kg)	cantidad	precio unitario	precio total
ladrillos de concreto con agregado PET	4	30	\$ 896,67	\$ 26.900

Fuente: Propia

Los ladrillos de concreto con agregado PET presentan un valor unitario por elaboración de \$ 896,67, el cual incluye solamente la inversión de los materiales para la elaboración de los ladrillos. Sumado a ello se analizó en sacar un valor comercial unitarios que es de \$1.100, este valor es el que se pretende establecer en el mercado comercial de la industria de la construcción. (Véase en la tabla No 16).

Tabla 16.

Análisis de costo del precio unitario de fabricación y precio unitario de comercialización de los ladrillos de concreto con agregado PET

producto obtenido	peso aproximado (kg)	volumen aproximado (cm3)	precio unitario de elaboración	precio unitario comercial
ladrillos de concreto con agregado PET	4	1800	\$ 896,67	\$ 1.100
margen de ganancia unitario			\$ 203,33	

Fuente: Propia

Nota: En el costo de la ganancia unitario que se obtiene por cada ladrillo de concreto con agregado PET, se debe de contemplar el pago de mano de obra para la elaboración de los ladrillos. Es importante tener claro que el pago de la mano de obra de personal se debe de realizar cuando la producción de la fabricación de los ladrillos es una cantidad justificable y así mismo representara la ganancia neta por cada unidad de ladrillo de concreto con agregado PET.

Se realizó un análisis de costo por cm³ de concreto que se utiliza en la elaboración de los ladrillos, donde se tomó como referencia dos clases de ladrillos: (Véase en la tabla No 16).

- El ladrillo convencional de concreto con referencia del fabricante Mundo Concreto, que se encuentra en el mercado con un precio de \$ 800 por unidad.
- El ladrillo de concreto con agregado PET con referencia de fabricación propia, el cual tiene un precio sugerido al público de \$1.100 por unidad.

Se debe de tener en cuenta que las dos clases de ladrillos no poseen las mismas dimensiones ni volumen (véase en la tabla No 17); por eso fue más viable hacer un análisis de costo con relación al precio que tiene el Cm³ de concreto en un ladrillo.

Tabla 17.

Análisis del precio que tiene un cm³ de concreto en un ladrillo

referencia de ladrillo	volumen unitario cm ³	Peso unitario (kg)	valor unitario comercial	precio por cm ³ de concreto
ladrillo convencional mundo concreto ladrillo de concreto con agregado PET	1.000	2,2	\$ 800	\$ 0,8
	1.800	4	\$1.100	\$ 0,611

Fuente: propia

Nota: Se debe de tener en cuenta que en el precio que tiene el Cm³ de concreto en un ladrillo, ya va incluido el margen de ganancia por unidad de ladrillo.

Después de haber realizado el análisis de costos de los ladrillos de concreto con agregado se llegó a una deducción de:

- Si la fábrica “Mundo Concreto” vendiera ladrillos con las dimensiones iguales al que se elaboró en el trabajo ¿Qué valor comercial tendría por unidad? ... Tendría un costo unitario aproximado de \$ 1.440, basándonos en el análisis de costos de la tabla No 17.

Se puede decir que los ladrillos de concreto con agregado PET, es un producto con un costo más bajo si se compara con los ladrillos convencionales el mercado. No solo tiene un beneficio económico sino también ambiental y social; ayudando a reducir la carga contaminante que existe por el Tereftalato de polietileno y lo más importante que no se utiliza ninguna energía renovable para elaborarlo; cumpliendo con los principios de las energías limpias y la economía circular.

Tabla 18.
Dimensiones de las dos clases de ladrillos

referencia de ladrillo	largo (cm)	ancho (cm)	alto (cm)	área (cm²)
ladrillo convencional mundo concreto ladrillo de concreto con agregado PET	20	10	5	200
	25	12	6	300

Fuente: propia

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Las variables de la mezcla base, la relación porcentual y la distribución de tiras PET en los ladrillos de concreto, mejoraran las propiedades físicas y mecánicas respecto a los productos comerciales?

Se pudo determinar que al realizar ladrillos de concreto con agregado PET, permite que se mejoren un poco las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto. En el desarrollo de este trabajo, se le realizaron pruebas de resistencia a la compresión y absorción de agua a veinte tres (23) ladrillos; donde el Tereftalato de Polietileno se comportó de una forma positiva al agregarse en la mezcla de concreto; esto permitió que los ladrillos de concreto con agregado PET cumplan con lo establecido por la normativa NTC 4026 para mampostería estructural en la categoría baja (resistencia de 8 Mpa) y con un porcentaje de absorción del 10 %; lo cual significa que es bueno debido a que su absorción de agua es poca a comparación de otros ladrillos convencionales.

Los ladrillos de concreto con agregado PET, es un producto amigable con el medio ambiente; debido a que cumple con uno de los principios fundamentales de la economía circular que es “los recursos se deben aprovechar al máximo, ya bien sea reciclando, reutilizando, reparando para poderlos vincular a un nuevo ciclo productivo y económico”.

Referente a los costos de elaboración se puede observar que en un producto con un costo más bajo comparado con los ladrillos de concreto que se encuentra en el mercado, se le atribuye que es un producto que está al alcance de cualquier persona y de fácil elaboración; debido a que no se necesita maquinaria sofisticada para elaborarlos. Cabe resaltar que esta investigación es viable para

realizarla a gran escala, ya que sus resultados fueron positivos, para poderlos utilizar y que hagan parte de una arquitectura sostenible.

Tabla 19.
Descripción de ladrillos

No DE LADRILLOS	NOMENCLATURA DEL LADRILLO	PESO (gr)	PET (gr)	DIMENSIONES			ÁREA TOTAL (cm2)	VOLUMEN (cm3)
				Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)		
1	CB	4.217	0	25	12,4	6	310	1860
2	L2	4.184	40	25	12	6,2	300	1860
3	L3	4.087	40	25	12	5,9	300	1770
4	L4	3.864	50	25,1	12	5,9	301,2	1777,08
5	L5	3.900	90	25	12,2	6	305	1830
6	1C	3.752	0	25	12	6	300	1800
7	2C	3.945	70	25	12,2	6	305	1830
8	3C	3.966	60	25	12,3	6,1	307,5	1875,75
9	4C	3.853	50	25,1	12,1	6	303,71	1822,26
10	5C	3.836	40	25	12,2	6	305	1830
11	6C	3.819	30	25	12,2	6	305	1830
12	A1	3.976	0	25	12	6,2	300	1860
13	A3	4.019	60	25	12,2	6,1	305	1860,5
14	A4	3.039	50	25	12,1	6	302,5	1815
15	A5	3.897	40	25,2	12,2	5,9	307,44	1813,896
16	A6	3.734	30	25	12	6	300	1800
17	B2	3.900	70	25,1	12,3	6	308,73	1852,38

Tabla 20.
 Cantidades de material utilizados en cada fundición realizada.

NÚMERO DE FUNDICIÓN	FECHA	MATERIALES							PROCESO (g)		
		MATERIALES INICIALES				REFERENCIA	PET (% peso)	PET (g)	DESMOLDE	CURADO	FRAGUADO
#1	22-oct-18	CEMENTO 4,394 kg	ARENA 9,595 kg	GRAVA 10,595 kg	AGUA 4 L	CB	0	0	4050	4270	4155
						L2	1	40	4015	4240	4115
						L3	1	40	3900	4145	4005
						L4	1,25	50	3800	3920	3805
						L5	2,25	90	3800	3935	3820
						L6	2,4	96	3905	4140	4010
#2	30-nov-18	CEMENTO 4,416 kg	ARENA 9,617 kg	GRAVA 10,617 kg	AGUA 4 L	CB(A1)	0	0	4185	4285	3985
						A2	1,75	70	x	x	x
						A3	1,5	60	4140	4245	4045
						A4	1,25	50	4050	4155	3955
						A5	1	40	4101	4220	3920
						A6	0,75	30	3870	3975	3745
#3	13-ene-19	CEMENTO 4,416 kg	ARENA 9,617 kg	GRAVA 10,617 kg	AGUA 4 L	CB(B1)	0	0	3850	3950	3700
						B2	1,75	70	4005	4120	3900
						B3	1,5	60	4150	4200	3965
						B4	1,25	50	4120	4060	3830
						B5	1	40	4170	4000	3860
						B6	0,75	30	4006	4100	3880
#4	27-ene-19	CEMENTO 4,416 kg	ARENA 9,617 kg	GRAVA 10,617 kg	AGUA 4 L	CB(C1)	0	0	3800	3923	3714
						C2	1,75	70	4127	4124	3979
						C3	1,5	60	4158	4123	3937
						C4	1,25	50	3934	4049	3851
						C5	1	40	3114	4034	3871
						C6	0,75	30	4087	4145	3947
#5	17-feb-19	CEMENTO 4,416 kg	ARENA 9,617 kg	GRAVA 10,617 kg	AGUA 4 L	CB(D1)	0	0	3805	3960	3705
						D2	1,75	70	4130	4180	3930
						D3	1,5	60	4135	4160	3945
						D4	1,25	50	3950	4000	3850
						D5	1	40	3190	4090	3870
						D6	0,75	30	4003	4125	3900

CONCLUSIONES

La presente investigación se enfocó en el estudio y análisis del desempeño físico y mecánico que tienen los ladrillos de concreto con agregado PET. Al desarrollar este proyecto se pudo concluir que se logró alcanzar los objetivos establecidos.

- Al implementarse el Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos en la organización Tamales Doña Stella, permitió que se obtuviera de una forma directa la materia prima reciclable fundamental para la elaboración de los ladrillos de concreto con agregado PET; también ayuda a que el establecimiento se eduque frente a temas de ahorro eficiente agua y energía, y lo más importante la debida clasificación de los residuos sólidos.

Es importante resaltar que estos planes de gestión integral de residuos sólidos permiten que un establecimiento obtenga beneficios de tipo social y ambiental; ya que contribuyen a mitigar un poco la carga contaminante que se da en los rellenos sanitarios, debido a la mala clasificación que se hace ya que no todo lo que se desecha es “basura” y hay muchos residuos sólidos que se le pueden dar un segundo aprovechamiento.

- Se pudo determinar que al agregar el Tereftalato de polietileno en dos capas y en forma de tiras con una dimensión de 3,5 mm de largo y 4mm de ancho; permitió que se adhiriera de una manera uniforme a la mezcla de concreto sin alterar las propiedades físicas del concreto.

Estas dimensiones se establecieron debido al que el PET es un material de peso muy liviano, pero de gran volumen; lo cual fue un poco complejo manejar el PET en tiras más grandes. Se pudo deducir que las tiras de PET entre más pequeña sea sus

dimensiones, mejor va ser su facilidad para homogenizarse con la mezcla de concreto.

- Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión y absorción de agua, donde se determinó que los ladrillos de concreto con agregado PET es un proyecto viable; ya que sus propiedades físicas y mecánicas no se ven alteradas por la adición del PET. Al contrario registró un mejor desempeño en la prueba de absorción de humedad, absorbiendo solo un 10% de agua; esto se le puede atribuir tal vez a la forma en la que se dispuso las tiras PET que fue en capas.

También se analizó que los ladrillos de concreto que tenían 50 gramos de PET se comportaron con una mayor resistencia a la compresión, permitiendo deducir que es el porcentaje indicado para la elaboración de ladrillos de concreto con agregado PET; probablemente pueden ser utilizados en diferentes tipos de estructuras de mampostería estructural de clase baja; como lo son mampostería de muros confinados, mampostería de cavidad reforzada y mampostería reforzada externamente.

RECOMENDACIONES

- Para resultados más rápidos y eficientes sin tener en cuenta los costos respecto a la obtención de las tiras PET es recomendable utilizar fileteadoras con motor más industrializadas.
- Si se requiere más exactitud respecto a las dimensiones finales de los ladrillos, utilizar moldes metálicos, así, de igual manera se alarga la vida útil del molde.
- Dosificar de manera diferente el PET al momento de fundir los ladrillos con el propósito de evaluar si otras alternativas brindan mejores índices de resistencias a la compresión.
- Utilizar la misma referencia de los materiales para la fabricación de los ladrillos.
- Para obtener resultados de laboratorio de con menor margen de error se recomienda realizar los estudios en laboratorios certificados.
- Sería bueno en un futuro realizar pruebas térmicas y acústicas a los ladrillos de concreto con agregado PET, para determinar si el PET dispuesto en capas es buen aislante acústico y térmico.

REFERENCIAS

- Baldenebro Lopez, Castorena Gonzalez, Velazquez Dimas, Ledezma Sillas, Gómez Esparza, Martinez Sanchez, & Herrera Ramirez. (2014). Influence of continuous plastic fibers reinforcement arrangement in concrete strengthened. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*. Obtenido de [https://www.iosrjen.org/Papers/vol4_issue4%20\(part-1\)/C04411523.pdf](https://www.iosrjen.org/Papers/vol4_issue4%20(part-1)/C04411523.pdf)
- BECERRA BOJANINI , J. P., & CHOPERENA MEJIA, S. (2007). ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA PRODUCIR Y COMERCIALIZAR PLÁSTICO RECICLADO. *proyecto de grado*. universidad EAFIT escuela de ingenieria, Medellin, colombia. Obtenido de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4465/SantiagoChoperena_JuanBecerra_2007.pdf?sequence=2
- Bedoya Acevedo, L. F. (9 de marzo de 2016). *LA REPUBLICA*. Obtenido de Solo 26% de las botellas plásticas se recicla: <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/solo-26-de-las-botellas-plasticas-se-recicla-2357536>
- Brondo. (2006). Aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento. Obtenido de http://www.elecs2013.ufpr.br/wpcontent/uploads/anais/2007/2007_artigo_026.pdf
- Cadena, f., carranza, n., cazar, a., fernandez berrindi, m. j., irusta, l., quiroz, f., & teran, a. (2012). RECICLAJE MECÁNICO DE RESIDUOS PLÁSTICOS DE INVERNADEROS. *Revista Iberoamericana de Polímeros*.

Céspedes Bocanegra. (2017). Diagnóstico Preliminar del Manejo y Clasificación de los Residuos Sólidos No Peligrosos Aprovechables en Tres Empresas de Reciclaje en el Municipio de Girardot Cundinamarca. (*tesis de trabajo de grado*). universidad de cundinamarca, girardot, colombia.

Cibao, C. (9 de mayo de 2018). *cementos cibao*. Obtenido de Mampostería y sus usos en la construcción : <https://www.cementoscibao.com/mamposteria-usos-en-la-construccion/>

CONPES. (2016). *POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS*. Bogota. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>

Cortolima. (2004). Obtenido de Agenda ambiental del municipio de Melgar Tolima: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/agendas/2004_Agenda_Ambiental_del_Municipio_de_Melgar.pdf#page=16&zoom=100,0,113

Gaggino, R. (2008). LADRILLOS Y PLACAS PREFABRICADAS CON PLÁSTICOS RECICLADOS APTOS PARA LA AUTOCONSTRUCCIÓN. *REVISTA INVI*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/258/25806306.pdf>

Gonzalez Viñas, & Mancini. (2003). *Ciencia de los Materiales*. España: Ariel Ciencia. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Hector_Mancini/publication/31732149_Ciencia_de_los_materiales_W_Gonzalez_Vinas_HL_Mancini/links/5718d6fc08ae986b8b7b0a14.pdf

Lopez Acre, P. (2005). *CARACTERIZACIÓN DE LADRILLOS HISTÓRICOS*. Madrid: Instituto de Geociencias (CSIC-UCM. Obtenido de http://digital.csic.es/bitstream/10261/46792/1/Curso_Geomateriales_75_84.pdf

Lsr, D. (13 de febrero de 2013). *Polietilen Tereftalato (PET)*. Obtenido de https://www.academia.edu/36409651/Polietilen_Tereftalato_PET

MOLINA RESTREPO, S. A., VIZCAINO CAGÜEÑO, A. M., & RAMÍREZ SANTAMARÍA, F. D. (2007). ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS DE LADRILLOS ELABORADOS CON PLÁSTICO RECICLADO EN EL MUNICIPIO DE ACACÍAS (META). *tesis de trabajo de grado*. universidad de la salle, bogota colombia. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15143/40002085.pdf?sequence=2>

OECD/ECLAC . (2014). *OECD Environmental Performance Reviews*. Colombia: OECD Publishing. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36663/1/lcl3768_es.pdf

plasticos, S. (2004). *Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y Manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo*. Bogota. Obtenido de <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guias-ambientales-sector-plasticos.pdf>

Ramirez , a., Navarro leticia, G., & Conde Acevedo , J. (2010). DEGRADACIÓN QUÍMICA DEL POLI(ETILEN TEREFALATO). *Revista Colombiana de Química*, 322.

Remigio Parraga , M. (16 de ENERO de 2012). *DECUBRIMIENTO DEL PLASTICO*.

Obtenido de ORIGEN Y DESCUBRIMIENTO DEL PLASTICO:

<http://descubrimientodelplastico.blogspot.com/2012/01/origen-y-descubrimiento-del-plastico.html>

Rodriguez, s. (2011). Residuos Sólidos en colombia. *L'esprit Ingénieur*. Obtenido de

<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieur/article/view/117/92>

Sociedad de industria de plasticos. (1998). Obtenido de Identificación de los residuos de plásticos botellas y contenedores”: <http://www.plasticsindustry.org/>

ANEXOS

Todas las fotos a continuación son de autoría de los autores de la presente investigación

FOTOS DEL PROCESO DE FUNDICIÓN DE LOS LADRILLOS

Tamizaje de la Arena

Tamizaje de la Grava

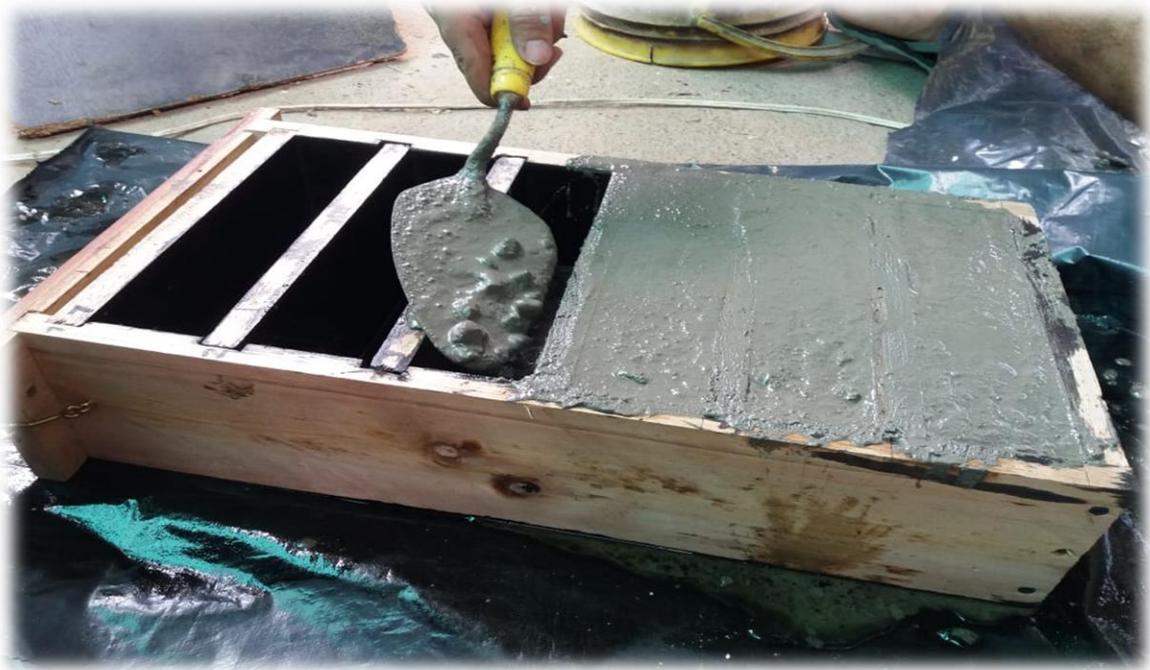


Mezcla de la Arena y Grava

Engrasado del molde de madera.



Aplicación de la mezcla de concreto al molde de madera.



MATERIAL PET RECICLADO PROCESADO

Tiras de PET de 3.5 cm de longitud.



Porcentaje de PET utilizado en las funciones No 2, 3,4y 5.



Almacenamiento o fraguado Final



Z

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN





Calibración de la máquina de compresión



Ladrillo de concreto con agregado PET



Ladrillo de concreto con agregado PET 50 gramos



Capa de PET adherida al concreto del ladrillo

DISEÑO EN PROGRAMA SKETCHUP

[unidades de concreto.skp](#)

CAPÍTULO 5

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA

ORGANIZACIÓN TAMALES DOÑA STELLA

[PLAN-DE-GESTION-INTEGRAL-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-EST-V1.docx](#)



PGIRS

***PLAN DE GESTION
INTEGRAL DE
RESIDUOS SOLIDOS***



Contenido

1. INTRODUCCIÓN	81
2. alcance.....	81
3. OBJETIVOS	82
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	82
4. referencias NORMATIVAS.....	82
5. definiciones	85
6. DESCRIPCIÓN de la EMPRESA	87
6.1 Política ambiental	87
6.2 Localización	88
6.3 Mapa de procesos.....	88
6.4 Organigrama	89
7. diagnostico	90
7.1 GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN	90
8. Clasificación De Residuos Solidos SEGREGACIÓN en la fuente.....	91
8.1 Código De Colores	91
8.2 Caracterización Fuentes De Generación Residuos Sólidos.....	92
8.3 Tipo de recipientes.....	93
8.4 Bolsas y etiquetas	94
9. RUTAS SANITARIAS.....	94
10. almacenamiento	96
10.1 Cantidad de residuos sólidos generados	96
11. limpieza y DESINFECCIÓN.....	97
12. Implementos de protección personal.....	97
13. PROGRAMAS DE GESTIÓN, MONITOREO Y SEGUIMIENTO.....	97
13.1 Programa De Manejo Integral De Residuos Peligrosos	97
13.2 Objetivo General:.....	97
13.3 Objetivos Específicos:.....	97
13.4 Justificación	98
13.5 PLAN DE CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN.....	98
13.6 DESCRIPCIÓN DE TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	99

13.6.1	LUGAR DE APLICACIÓN	99
13.6.2	PERSONAL REQUERIDO	99
13.6.3	SEGUIMIENTO Y MONITOREO	99
14.	Tratamiento y disposición final	100
14.1	Residuos Orgánicos.....	100
14.2	Residuos Aprovechables	100
14.3	Residuos No Aprovechables	101
14.4	Residuos Peligrosos	101
15.	programas de seguridad y salud	102
16.	plan de contingencia.....	103
17.	indicadores según la RESOLUCIÓN 1164 de 2002	104
18.	conclusiones.....	106
19.	RECOMENDACIONES	107
20.	fuentes.....	107
21.	anexos.....	107

CONTROL DE CAMBIOS			
Código	Versión	Fecha que se hizo el cambio	Nombre de quien hizo el cambio

INTRODUCCIÓN

El plan integral de residuos sólidos debe ser tenido en cuenta por toda aquella organización que genere algún tipo de residuo, ya que actualmente los residuos generan una grave problemática afectando no solamente al ambiente sino también la salud pública, ya sea por la mala manipulación, inadecuada separación, y falta de tecnologías para el tratamiento y disposición final, se han formado como las bases para la implementación de los programas de gestión integral de residuos sólidos, con el fin de prevenir mitigar y compensar impactos ambientales.

la organización Tamales Doña Stella, con el fin de implementar actividades de manejo de residuos, planear, implementar y operar con su respectivo seguimiento y control, acoge el plan de gestión integral de residuos sólidos, esta manera al pretender realizar la adecuada gestión que incurre en minimizar la generación, separación en la fuente, transporte y disposición final; abarcando también está la capacitación y sensibilización sobre el aprovechamiento y tratamiento adecuado de los residuos generados en la organización.

ALCANCE

El plan de gestión integral de residuos sólidos es una guía para la implementación de buenas prácticas de gestión para prevenir efectos adversos a la salud y al ambiente por el inadecuado manejo de los residuos, desde la etapa de generación hasta su disposición final en todas las áreas, actividades y/o servicios que son desarrollados por la organización, y debe ser cumplido por cada uno de los funcionarios de la organización.

Elaboro:	Reviso:	Aprobó:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

OBJETIVOS

Establecer Directrices, programas, acciones, y recursos orientados a la correcta gestión de los residuos generados por las actividades de la organización, que pueda ser evaluada periódicamente y que garantice la minimización de impactos ambientales asociados a la mala disposición de los residuos, la reducción de costos en el manejo y disposición final, el cumplimiento de la normatividad vigente y el fortalecimiento de la cultura ambiental en el personal de la organización, lo que llevara a fomentar el desarrollo sostenible en la organización.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los tipos de residuos generados por el desarrollo de procesos en la organización.
- Garantizar la correcta separación de residuos en la fuente, el almacenamiento temporal, tratamiento y/o disposición final de los residuos aprovechables, ordinarios y peligrosos generados en la organización.
- Implementar mecanismos para reducir la generación de residuos peligrosos.
- Capacitar al personal involucrado en el manejo de residuos sólidos.

REFERENCIAS NORMATIVAS

- En la Constitución política colombiana, en cuanto hace referencia a la protección del medio ambiente, como un principio fundamental, consagrándolo como derecho colectivo, dirigido a garantizar una mejor calidad de vida, haciendo énfasis en los campos de la educación, investigación, organización, diseño de estrategias, tecnologías (TIC) y actividades destinadas a la proyección de los recursos naturales. Que la Constitución Política determina en los artículos 79, 80 y en el numeral 8 del artículo 95, la obligación del Estado de proteger la diversidad del ambiente, de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental y el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano; así mismo consagra como deber de las personas y del ciudadano proteger los recursos culturales y

naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano; que el artículo 34 del Decreto 2811 de 1974 establece que para el manejo de los residuos sólidos se utilizarán métodos, de acuerdo con los avances de la ciencia y tecnología, para la recolección, tratamiento, procesamiento o disposición final de residuos sólidos, basuras, desperdicios y, en general, de desechos.

- Que el artículo 36 del Decreto 2811 de 1974 señala que para la disposición o procesamiento final de las basuras se utilizarán, preferiblemente, los medios que permitan:
 - a) Evitar el deterioro del ambiente y de la salud humana;
 - b) Reutilizar sus componentes;
 - c) Producir nuevos bienes;
 - d) Restaurar o mejorar los suelos;

- Que los numerales 2, 10, 11 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 precisan como funciones del Ministerio del Medio Ambiente, el regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general sobre medio ambiente a las que deben sujetarse los centros urbanos y asentamientos humanos y en general todo servicio o actividad que pueda generar directa o indirectamente daños ambientales, y dictar regulaciones de carácter general tendientes a controlar y reducir las contaminaciones geosférica, hídrica del paisaje, sonora y atmosférica en todo el territorio nacional; que de otra parte, conforme lo determinan los numerales 8.4 y 8.5 del artículo 8° de la Ley 142 de 1994, la Nación es competente para apoyar técnica y administrativamente a las personas prestadoras del servicio de aseo y velar porque estas cumplan con las normas de protección y conservación o cuando se requiera la recuperación de los recursos naturales o ambientales que sean utilizados en la generación, producción, transporte y disposición final de tales servicios.

- Que conforme al Decreto 216 de 2003, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial continuará ejerciendo las funciones establecidas en la Ley 99 de 1993; se establecen sanciones y funciones de las autoridades ambientales.
- Que el artículo 8° del Decreto 1713 de 2002 modificado por el Decreto 1505 del 4 de junio de 2003, en relación con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, determina la obligatoriedad de las entidades territoriales de elaborar y mantener actualizado el Plan Municipal o Distrital para la Gestión Integral de los residuos o Desechos Sólidos, de acuerdo con la metodología establecida por este Ministerio.
- Que, en virtud de lo expuesto, se procederá a expedir la metodología para la elaboración y ejecución de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y a tomar otras determinaciones.
- Según la ley 99 de 1993 los decretos reglamentarios del Sistema Nacional Ambiental, SINA por el cual se organizan las bases para apoyar el mal manejo de los residuos sólidos:
- Ley 1252 de noviembre 27 de 2008 por el cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referente a los residuos y desechos peligrosos, el objeto de esta ley es regular, dentro del marco de la gestión 31 integral y velando por la protección de la salud humana y el ambiente, todo lo relacionado con la importación y exportación de residuos peligrosos en el territorio nacional, según lo establecido en el Convenio de Basilea y sus anexos.
- Ley 1259 de diciembre 19 de 2008 por medio del cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros. La finalidad de esta ley es crear e implementar el comparendo ambiental como instrumento de cultura ciudadana sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública, mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de

residuos sólidos; así como propiciar el fomento de estímulos a las buenas prácticas ambientales.

- Decreto 1713 del 06 de agosto del 2002 por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994, la ley 632 de 2000 y la ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el decreto ley 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos donde se maneja el almacenamiento que se refiere a depositar los residuos sólidos en recipientes mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final.
- Decreto 1505 de junio 04 de 2003 por el cual se modifica parcialmente el decreto 1713 del 2002 en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos, que se relacionan con los costos de las actividades de recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos domiciliarios.
- Decreto 0838 del 23 de marzo del 2005 por el cual se modifica el decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos, este decreto tiene como objeto promover y facilitar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como actividad complementaria del servicio público de aseo, mediante la tecnología de relleno sanitario.

DEFINICIONES

- Disposición Final: Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente. (Presidencia de la Republica. Decreto 4741., 2005)
- Generador: Cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa, para los efectos del presente

decreto se equipará a un generador, en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia. (Presidencia de la Republica. Decreto 4741., 2005)

- **Gestión Integral:** Conjunto articulado e interrelacionado de acciones políticas, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo, que comprende desde la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos o desechos peligrosos, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región. (Presidencia de la Republica. Decreto 4741., 2005)
- **Residuo o desecho:** Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula. Entre ellos encontramos: vasos desechables, pitillos, servilletas, residuos del barrido de áreas, gomas, residuos de comidas, papel aluminio, envolturas de alimentos, restos de vidrios, colchones, entre otros. (Presidencia de la Republica. Decreto 4741., 2005)
- **Residuo Aprovechable:** Todo residuo sólido o líquido que por sus características puede ser reutilizado o transformado en otro proceso productivo. Entre estos encontramos materiales como: bolsas, papel y cartón limpio, plástico, lona, botellas, tapas, latas, chatarra, entre otros. (Presidencia de la Republica. Decreto 4741., 2005)
- **Residuo o Desecho Peligroso:** Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos. Entre estos encontramos: residuos contaminados con aceites, lubricantes,

tintas, solventes y/o pinturas, envases de productos químicos (reactivos, agroquímicos); residuos hospitalarios, EPP desechados, cartuchos, tóner, luminarias, baterías, cargadores, pilas, residuos electrónicos, entre otros. (Presidencia de la Republica. Decreto 4741., 2005)

- Almacenamiento: es la acción del usuario de colocar temporalmente los residuos en recipientes, depósitos contenedores retornables o desechables mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final. [Decreto 1713 de 2002]
- Aprovechamiento: en el marco de la gestión integral de residuos sólidos, aprovechamiento, es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos. [Decreto 1713 de 2002]
- separación en la fuente: clasificación de los residuos en el sitio de generación para su posterior recuperación. [Decreto 1713 de 2002]

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

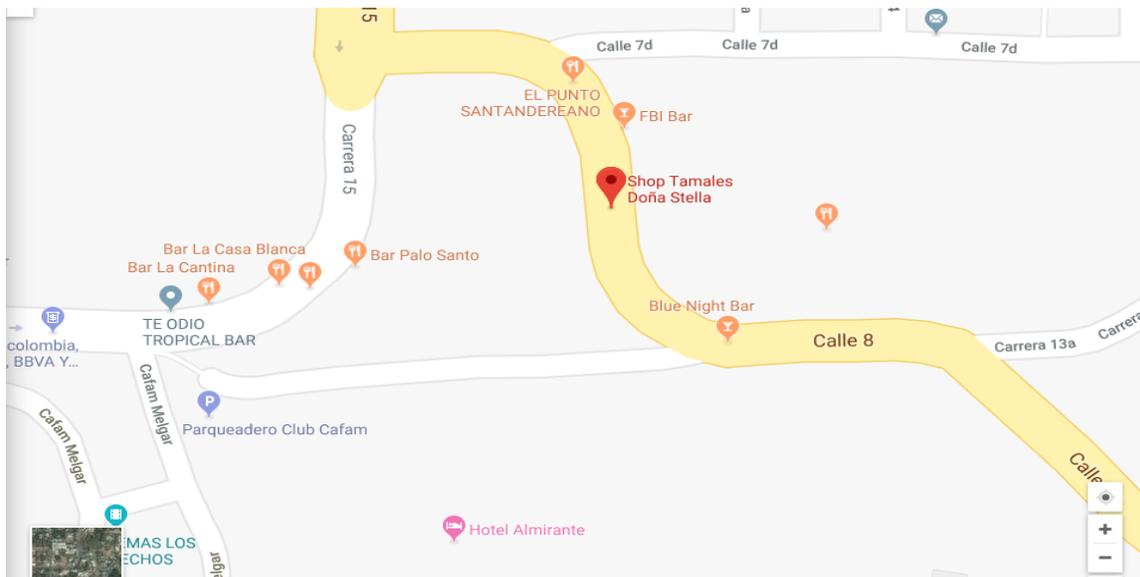
Política ambiental

Tamales Doña Stella, ubicado dirección Cra 14^a N.º 10-52 alto de Cafam en el municipio de melgar Tolima, se compromete desde su alta dirección se compromete a vincular programas de mejoramiento continuo en las diferentes áreas y procesos de la organización, liderando procesos de producción más limpia, minimizando la contaminación al medio ambiente y cuidando la integridad de nuestros empleados, monitoreando y controlando, con el fin de prevenir y mitigar los posibles aspectos e impactos ambientales significativos en la organización. Todo puesto en marcha en base a los estándares normativos vigentes y otros requisitos, de esta manera posicionándose en un alto estandarte de calidad reflejado en la calidad del producto,

posicionándose en el mercado como la mejor organización prestadora de servicios a nivel del Tolima y sus alrededores.

Localización

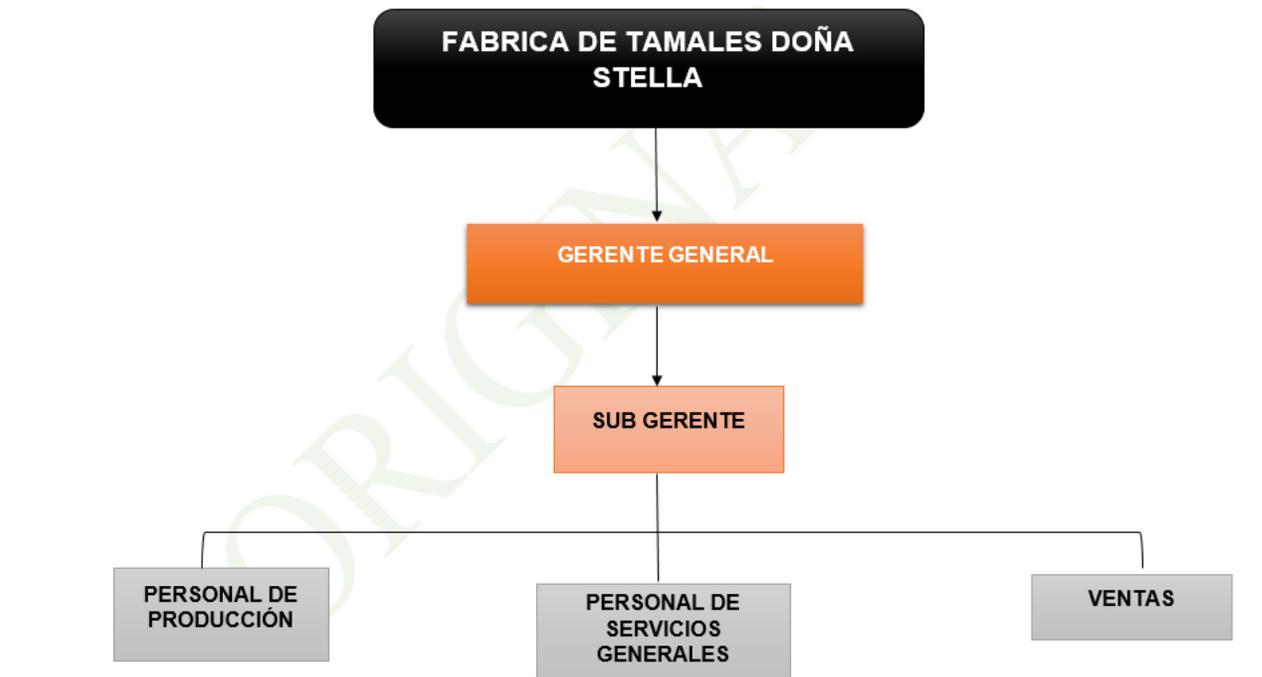
La organización Tamales Doña Stella, se encuentra ubicada dirección Cra 14ª N.º 10-52 alto de Cafam en el municipio de Melgar Tolima.



La organización, Tamales Doña Stella con sus 22 años al servicio, cuenta con una gran experiencia posicionándose como una de las mejores fábricas de tamales del sector.

Mapa de procesos

Establece los procesos vinculados con el funcionamiento de la organización.



DIAGNOSTICO

GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN

TAMALES DOÑA STELLA, tiene como actividad económica la fabricación y venta de tamales tolimense al público del municipio de Melgar Tolima.

En la actualidad no se encuentra implementado un plan de gestión de residuos sólidos, las instalaciones cuentan con recipientes adecuados para su uso, el código de colores, pero no se implementa el color de la bolsa correspondiente, ya que todos los residuos generados se disponen a la entidad recolectora de residuos sólidos municipal, por ende la segregación en la fuente no es adecuada, el área de almacenamiento temporal cuenta con un recipiente de dimensiones proporcionales a la cantidad de residuos generada pero no con su debida rotulación.

CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS SEGREGACIÓN EN LA FUENTE

Código De Colores

Para desarrollar la correcta separación y disposición de los residuos generados en la organización se define un código de colores basado en el tipo de residuo y su lugar de generación. Los recipientes adecuados para la recolección de los residuos en las diferentes áreas estarán perfectamente pintados, rotulados. Además, contarán con bolsas de colores gruesas que faciliten el transporte del material depositado.

El tipo de Residuo a depositar en el contenedor y la descripción del recipiente se muestran la tabla

Código de Colores Tamales Doña Stella		
TIPO DE RESIDUO	RESIDUOS A DEPOSITAR EN EL CONTENEDOR	ROTULO Y COLOR DEL RECIPIENTE
RECICLABLES	Plástico, Papel, Cartón, Vidrio Y Chatarra	
ORDINARIOS E INERTES	Servilletas, empaques de papel plastificado, barrido, colillas, icopor , colchones,	

PELIGROSOS	Aceite producto de mantenimiento de Equipos y Plantas Diesel, Material contaminado con Grasas y Aceites (EPP)	
ORGANICOS		

Caracterización Fuentes De Generación Residuos Sólidos

Se hace teniendo en cuenta ubicación en la organización de las áreas o puntos generadores, las labores desarrolladas por dichas áreas y los residuos comunes que se producen.

Se identifican fuentes o áreas de producción de residuos sólidos cocina-restaurante y zona de producción, como se muestra en la tabla. Tipos de residuos

TIPOS DE RESIDUO		
Identificación De Residuos Generados En Actividades De Producción		
PUNTO DE GENERACION	RESIDUO GENERADO	ACTIVIDAD QUE GENERA EL RESIDUO
AREA DE PRODUCCION	Sobras de hojas de platano, material de amarre, desechos de comida	Manufacturación en la hechura de los tamales

RESTAURANTE	Plásticos, Servilletas, Envoltura de Productos, Latas, Cartones.	Recibo de Alimentos, Cocción de Alimentos y limpieza del comedor
	Sobras de Comida, restos de comida, cáscaras (frutas, verduras, huevos), restos de carnes, semillas, hojas.	Cocción de Alimentos, Limpieza del Comedor y Lavado del Menaje
	Papel, Cartón, Vidrio Plástico,	Desempaque y preparación de Alimentos

Tipo de recipientes

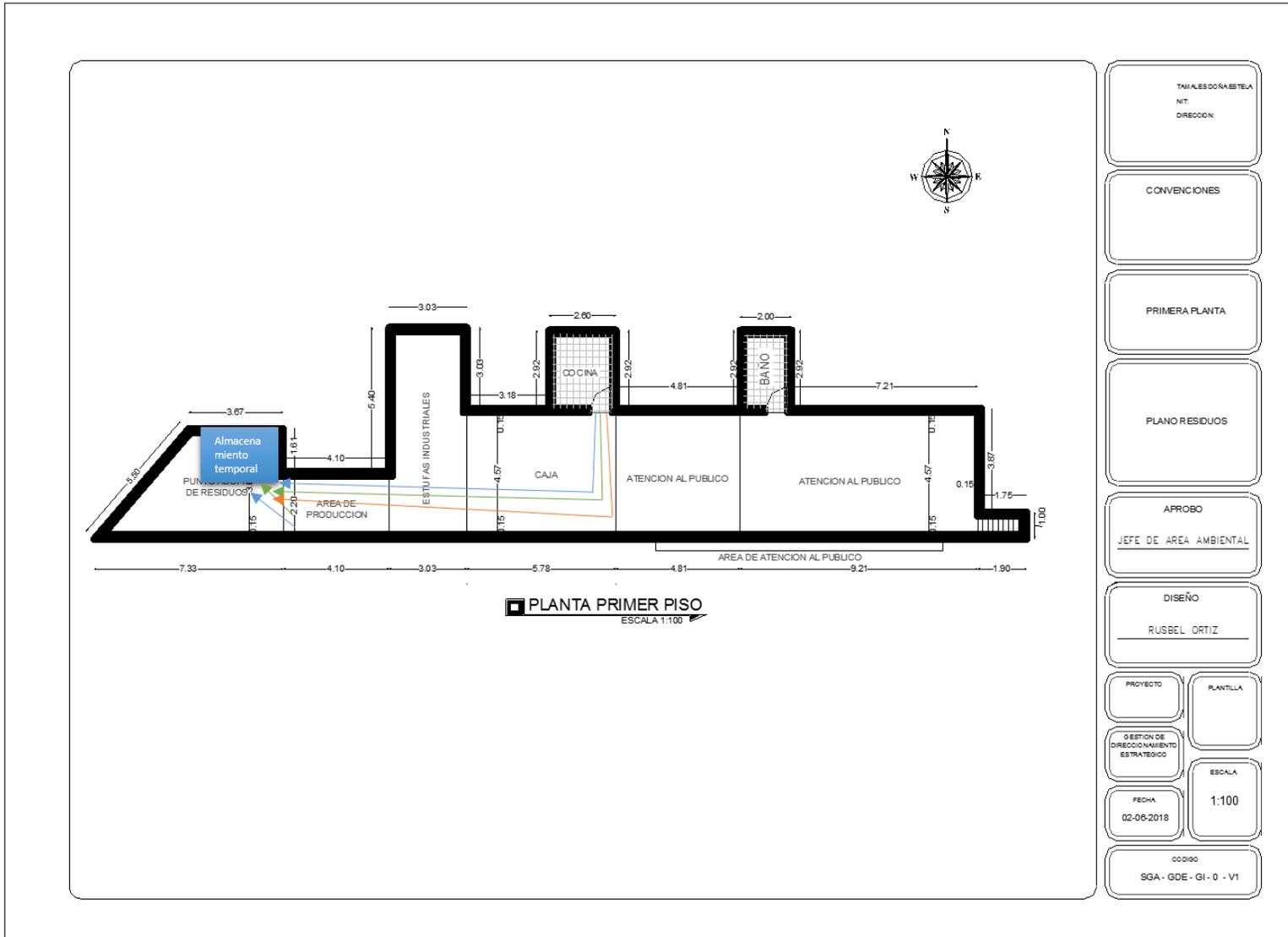
Los recipientes utilizados por la organización están debidamente rotulados y del color correspondiente, la tapa de estos tiene el mecanismo de giro el cual permite depositar los residuos sin tener que tocar el recipiente y este vuelve a su estado normal, las bolsas utilizadas son color negro, las tradicionales, no se tiene implementado ninguna separación, por consiguiente estas bolsas van directo a la empresa recolectora. En el caso de las bombillas, pilas y otros posibles elementos que puedan surgir de la vida diaria de funcionamiento de la organización, se implementaran recipientes ubicados en una zona limpia, de fácil acceso, alejadas de la zona de producción y en recipientes de medidas no tan grandes, pero resistentes, con el propósito acortar el tiempo de permanencia de estos residuos en la organización, estos mismos serán puestos a disposición de organizaciones externas las cuales les realizaran su debida desactivación y disposición final.

Bolsas y etiquetas

En la organización las bolsas utilizadas son las tradicionales bolsas negras para la basura, y las etiquetas de los recipientes ya vienen rotuladas por defecto de fábrica.

RUTAS SANITARIAS

las rutas sanitarias, diseñadas con el propósito de llevar a cabo un trabajo eficiente, eficaz y con responsabilidad.



TAMIALES DORABEILA
NT:
DIRECCION:

CONVENCIONES

PRIMERA PLANTA

PLANO RESIDUOS

APROBO
JEFE DE AREA AMBIENTAL

DISEÑO
RUSBEL ORTIZ

PROYECTO

PLANTILLA

GESTION DE
DIRECCIONAMIENTO
ESTRATEGICO

ESCALA

FECHA
02-06-2018

1:100

CODIGO
SGA - GDE - GI - 0 - V1

HORA DE RECOLECCIÓN	TIPO DE RUTA SANITARIA	LUGAR	FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN
3:00 pm-4:00 pm	Residuos No Aprovechables	Tamales doña Stella	De miércoles a lunes festivos
3:00 pm-4:00 pm	Residuos Aprovechables	Tamales doña Stella	De miércoles a lunes (festivos)
3:00 pm-4:00 pm	Residuos sanitarios	Tamales doña Stella	De miércoles a lunes (festivos)

-  reciclables
-  Biodegradables, orgánicos y comunes
-  sanitarios

ALMACENAMIENTO

El área de almacenamiento cuenta con un recipiente capaz de soportar la cantidad de residuos generados en un día, no cuenta con una rotulación específica, llegado el caso de superar los límites producto de la alta cantidad de residuos generados en la organización, se dispone la bolsa a una corta distancia consiguiente, esta área es exclusivamente para los residuos. y su limpieza se realiza cada dos días (periodo de recolección de basuras por la empresa municipal), por otro lado se encuentra un recipiente de menor tamaño exclusivamente para residuos inorgánicos reciclables. Los recipientes no cuentan con la debida etiqueta.

Cantidad de residuos sólidos generados

Durante un mes se pesaron los residuos sólidos generados, obteniéndose como resultado un total de 72 kilogramos de residuos orgánicos, 56 residuos ordinarios y 12 kilogramos de residuos reciclables. Anexo formato de residuos reciclables.

Hay que tener en presente que estas cantidades varían según las fechas en las que hay mayor cantidad de población flotante

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

La limpieza del área de almacenamiento temporal se realiza cada dos días (periodo de recolección de basuras por la empresa municipal), justo después de haber dejado libre el área, utilizando detergentes y desinfectantes; esta función está a cargo del personal de áreas, quienes se encargan del aseo en general.

IMPLEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

El personal a cargo de manipular los residuos generados en la organización son dotados con delantal y guantes como medidas preventivas, medidas de prevención contra gases u olores no se toman en cuenta ya que son muy mínimas estas emisiones, gracias a la buena limpieza y periodicidad de recolección y disposición de los residuos a la empresa recolectora.

PROGRAMAS DE GESTIÓN, MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Programa De Manejo Integral De Residuos Peligrosos

Objetivo General:

Garantizar la correcta separación, almacenamiento y disposición final todos los residuos generados en la organización mediante el establecimiento de procedimientos de manipulación, control de volúmenes, caracterización de centros de acopio, entrega a gestores autorizados y gestión de certificados de disposición.

Objetivos Específicos:

- Diseñar instrumentos para la caracterización y monitoreo de los residuos peligrosos a manejar.
- Definir los parámetros técnicos de diseño de los centros de acopio y recipientes de recolección para los diferentes residuos peligrosos a almacenar conforme la normatividad vigente.
- Capacitar y sensibilizar a los generadores de residuos peligrosos sobre el manejo adecuado, riesgo en la manipulación uso de EPP, impactos ambientales y medidas de minimización que permitan gestionarlos adecuadamente y minimizar su producción.

Justificación

El inadecuado manejo de residuos dentro de la organización puede generar impactos en la salud de los trabajadores o impactos irreversibles en el medio ambiente. El contacto directo, ingestión, derrame o mal disposición de este tipo de residuos ya sea accidentalmente o por descuido de la persona responsable puede incurrir en costos humanos, ambientales y económicos que la organización tendrá que asumir ya sea por atención a la emergencia presentada o incumplimiento de la normatividad vigente.

PLAN DE CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN

Para lograr que los programas logren el objetivo esperado es necesario incluir un componente de capacitación y sensibilización a todo el personal de la organización. Los temas de capacitación se presentan a continuación.

A. Para residuos peligrosos:

- Definición de Residuos Peligrosos (Grados de Peligrosidad)
- Impactos Ambientales y sobre la salud generados por la mala disposición de residuos peligrosos
- Procedimientos de Manipulación Residuos Peligrosos (Uso de EPP, Responsabilidades y Normatividad)
- Diligenciamiento de Formatos.

B. Para residuos no peligrosos

- Capacitar a todo el personal sobre la adecuada separación en la fuente, las 3R, la identificación de recipientes y colores para clasificación, los procesos de gestión, responsabilidades y cadena o trazabilidad del residuo desde su generación hasta su disposición final.

- Programación de campañas de separación en la fuente; Sensibilización sobre adecuada separación, ejercicios prácticos y comunicación sobre medidas de control.
- Establecer métodos de participación o merito (concursos, reconocimiento por áreas), para garantizar la efectividad de capacitaciones y recomendaciones.

DESCRIPCIÓN DE TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

Las tecnologías, equipos y herramientas a usar para la implementación de los diferentes programas, procedimientos, instructivos y medidas formuladas en el PGIRS se basan principalmente en la infraestructura de los centros de acopio, las formas de aprovechamiento, los sistemas de recolección, y transporte, el tipo de contenedores usados y las metodologías de capacitación, sensibilización, monitoreo y seguimiento.

LUGAR DE APLICACIÓN

Todas Las Áreas de la organización.

PERSONAL REQUERIDO

Se requiere de una persona que tenga conocimiento del PGIRS y los diferentes programas formulados para dirigir las actividades, y se requerirá de diferente tipo de personal operativo y administrativo para su ejecución programas.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

El monitoreo y seguimiento de los programas dependerá de la actividad desarrollada. Adicionalmente se hará una inspección quincenal a los puntos de recolección de residuos y centros de acopio con el fin de verificar la correcta gestión y recolección de los residuos y para identificar eventos o fallas.

En cuanto a las jornadas de capacitación y sensibilización se procederá a registrar cada actividad en el formato de capacitaciones que maneja la organización

precisando la fecha en que se desarrolla la actividad, su nombre y sus respectivos asistentes, así como el registro fotográfico.

TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

Residuos Orgánicos

Los residuos generados durante las actividades del comedor son clasificados por el personal de la organización en recipientes rotulados y en el centro de acopio temporal ubicado al frente del área de producción.

Los desechos producidos en las actividades de cocción de alimentos, lavado de menaje y recolección de sobras de comida son depositados en recipientes temporales. Una vez se llenan los recipientes o se termina con las actividades de cocción y recolección de sobras, se trasladan y depositan en el área de almacenamiento. Estos residuos puestos a disposición final por la empresa recolectora de basuras.

Residuos Aprovechables

Los residuos clasificados como aprovechables son depositados inicialmente en los recipientes azules de los puntos ecológicos que se encuentran distribuidos en la organización.

El material reciclable es recuperado por un miembro de la organización, quien se encarga de realizar la actividad de separación una vez a la semana y traslada los residuos aprovechables hacia el punto de acopio temporal ubicado en área cercana al área de producción

Una vez se cuenta con suficiente material en el acopio, se programa el retiro de estos con una empresa de reciclaje ubicada en el centro de melgar, y el beneficio económico por el aprovechamiento del material reciclable es para la mejora continua del sistema.

El material que no puede ser almacenado en los contenedores Azules como la chatarra se almacena en la bodega principal de la compañía. Como este material

se genera por el desecho de equipos es necesario que primero dejen de considerarse como activos fijos en la compañía para proceder a su disposición final.

Residuos No Aprovechables

Los residuos que no son susceptibles de algún tipo de aprovechamiento son considerados ordinarios, comúnmente conocidos como basuras. Son depositados en los contenedores rotulados de color verde que se encuentran distribuidos por las instalaciones de la organización.

Dos veces al día residuos son recogidos y trasladados al área de almacenamiento de residuos ordinarios, la cual se encuentra ubicada frente a la zona de producción de la organización. Para Posteriormente, sacar de la organización los residuos para que la empresa recolectora de residuos disponga de ellos.

Residuos Peligrosos

La producción de residuos peligrosos se genera en diversas áreas en diferentes actividades que es necesario identificar. La caracterización de peligrosidad de los residuos permite la formulación de medidas apropiadas de manejo, separación en la fuente y su posterior tratamiento y/o disposición por medio de empresas externas acorde al marco legal vigente.

Los Residuos Peligrosos producidos en las actividades de la compañía son gestionados a través de diferentes empresas debidamente constituidas y acreditadas por la autoridad ambiental para el tratamiento y correcta disposición de los residuos generados por la organización.

- El Aceite Usado Y Los Residuos Contaminados Con Grasas Y Aceites: son depositados en el acopio cubierto ubicado en la parte superior del área de producción sin uso, el cual cuenta con canecas para su almacenamiento. En este lugar son recogidos los residuos para ser transportados por la empresa externa para su posterior tratamiento y aprovechamiento.
- Los residuos de luminarias, cartuchos y/o pinturas son almacenados en diferentes canecas ubicadas en el área cercana al área de producción. Una

vez las canecas alcanzan su capacidad de almacenamiento, los residuos son recogidos por la empresa externa para posterior tratamiento térmico y disposición final en el relleno de seguridad

- Los residuos de pilas y baterías son depositados en un recipiente plástico ubicado en el área cerca al área de producción, allí permanece hasta alcanzar su capacidad de almacenamiento y posteriormente es entregado a la empresa externa que se encargue de su debida disposición final.

PROGRAMAS DE SEGURIDAD Y SALUD

Según el proyecto de manual para la gestión integral de residuos generados en la atención y salud y otras actividades, las personas que realicen actividades generadoras de residuos deben buscar y garantizar que la gestión de los residuos contribuya a intervenir los factores de riesgo de la población trabajadora que realiza el manejo y manipulación de residuos.

A modo de ejemplo se presentan las actividades recomendadas más importantes que puede realizar el generador de residuos con el fin de garantizar las condiciones del trabajador

Salud del trabajador	Seguridad industrial	Higiene Industrial	Procedimientos y/o documentos
<ul style="list-style-type: none"> • Valoraciones Medicas • Esquemas de Vacunación del personal. • Hábitos de vida saludable (pausas activas). • Establecimiento de Sistemas de vigilancia epidemiológica para riesgo biológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dotación de elementos de protección personal. • Ergonomía en la utilización de equipos • Hojas de seguridad de las sustancias químicas catalogadas como residuos. • Señalización de las áreas y sitios de trabajo. • Inspecciones a los procesos que se realizan de la gestión de los residuos. • Mantenimiento de los equipos empleados en la gestión de los residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Panoramas de factores de riesgo. • Evaluación de las condiciones laborales, exposiciones a sustancias químicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de gestión para la seguridad y salud en el trabajo. • Protocolo accidente de riesgo biológico. • Protocolo para el lavado de manos y elementos de protección personal • Estadísticas de accidentalidad. • Plan de contingencias. • Hojas de vida de los equipos. • Actas de capacitación <ul style="list-style-type: none"> • Manuales y documentos

PLAN DE CONTINGENCIA

Según el proyecto de manual para la gestión integral de residuos generados en la atención y salud y otras actividades, el plan de contingencias debe contemplar las medidas de control para situaciones de emergencia relacionadas directamente por el manejo de residuos en la organización, algunos de los eventos o situaciones que se deben contemplar para la realización del plan de contingencias son:

- Incendios en las áreas de almacenamiento d los residuos
- Inundación en las áreas de almacenamiento de los residuos
- Interrupción del suministro de agua para as actividades de limpieza y desinfección
- Interrupción en el servicio de recolección de residuos
- Saturación de la unidad de almacenamiento por incumplimiento en la recolección
- Posibles desmanes

El programa de atención de contingencias debe estructurarse con el personal que se encuentre a cargo de las actividades de seguridad y salud de los trabajadores y debe tener en cuenta los siguientes requisitos mínimos:

- responsables en la atención de las emergencias de manera operativa y logística.
- Definición de actividades, antes, durante y después de cada evento o situación de emergencia.
- Definición de los recursos logísticos, operativos, dotacionales para la atención de la emergencia
- Definición de elementos de protección personal, equipos y herramientas para la atención de la emergencia.
- Definición de mecanismos de evaluación una vez superada la emergencia.
- Realización de simulacros frente a las situaciones presentadas.

Este plan de contingencia debe ser un proceso dinámico, validado y deberá capacitarse a los trabajadores que participan de la cadena de la gestión en el establecimiento para lo cual se debe realizar simulacros de las posibles contingencias generadas en el manejo de residuos.

INDICADORES SEGÚN LA RESOLUCIÓN 1164 DE 2002

Con el fin de establecer los resultados obtenidos en la labor de gestión interna de residuos, el generador debe calcular mensualmente, como mínimo los siguientes indicadores y consignarlos en el formulario RH1.

Indicadores de destinación: Es el cálculo de la cantidad de residuos sometidos a desactivación de alta eficiencia, incineración, reciclaje, disposición en rellenos sanitarios, u otros sistemas de tratamiento dividido entre la cantidad total de residuos que fueron generados. El generador debe calcular los siguientes índices expresados como porcentajes y reportarlos en el formulario RH1:

- Indicadores de destinación para reciclaje:

$$ID_R = R_R / R_T * 100$$

- Indicadores de destinación para rellenos sanitarios:

$$ID_{RS} = R_{RS} / R_T * 100$$

- Indicadores de destinación para otro sistema:

$$ID_{OS} = R_{OS} / R_T * 100$$

Donde:

$ÍD_R$ = Indicadores de destinación para reciclaje.

R_R = Cantidad de residuos reciclados en Kg./ mes.

$ÍD_{RS}$ = Indicadores de destinación para relleno sanitario.

R_{RS} = Cantidad de residuos dispuestos en relleno Sanitario en Kg./ mes.

$ÍD_{OS}$ = Indicadores de destinación para otros sistemas de disposición final aceptada por la legislación R_T = Cantidad total de Residuos producidos por el Hospital o establecimiento en Kg./mes.

Indicador de capacitación: Se establecerán indicadores para efectuar seguimiento al Plan de Capacitación: No. de jornadas de capacitación, número de personas entrenadas, etc.

Indicador de beneficios: Se cuantifican los beneficios obtenidos económicamente por el aprovechamiento y gestión integral de residuos, tales como ingresos por reciclaje, reducción de costos por tratamiento al minimizar la cantidad de residuos peligrosos por una correcta segregación, etc.

Indicadores Estadísticos de Accidentalidad: Estos indicadores se calculan tanto para accidentalidad e incapacidades en general, como para las relacionadas exclusivamente con la gestión de residuos hospitalarios y similares. Son los siguientes:

Indicador de Frecuencia: Se calcula como el número total de accidentes por cada 100 trabajadores día totales así como los relacionados exclusivamente con la

gestión de los residuos hospitalarios y similares. Este índice lo deben calcular los generadores y los prestadores de servicios.

IF = Número Total de Accidentes mes por residuos hospitalarios x 2000 / Número total horas trabajadas mes. Contradicción con la defunción revisar.

Indicador de gravedad: Es el número de días de incapacidad mes por cada 100 trabajadores día totales.

IG = Número total días de incapacidad mes x 2400 / Número total de horas hombre trabajadas mes.

Nota: Los 2400 que corresponde a 50 semanas por 8 horas por 6 días a la semana.

Indicadores de Incidencia: Es el número de accidentes en total, así mismo para los relacionadas exclusivamente con la manipulación de los residuos hospitalarios y similares, por cada 100 trabajadores o personas expuestas.

II= Número o de accidentes mes x 100 / Número de personas expuestas

CONCLUSIONES

- Con el plan de gestión integral de residuos sólidos en la organización se deja claro el procedimiento a seguir para un buen manejo de los residuos generados desde su recolección, almacenamiento y disposición final, con el fin de lograr un desarrollo sostenible con el medio ambiente.
- Se establecen mecanismos y actividades individuales y colectivas en la organización para la gestión adecuada de los residuos generados.
- El diseño de plan de manejo integral de residuos sólidos es la etapa primaria sobre la cual se fundamenta el proceso de formulación e implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

RECOMENDACIONES

- Se recomienda adquirir mejores recipientes para los residuos generados
- Debido al espacio se recomienda realizar mejoras al lugar de almacenamiento de pilas, luminarias entre otros.
- Por la gran cantidad de residuos orgánicos generados se recomienda generar un programa de aprovechamiento, como una compostera.

FUENTES

http://www.minambiente.gov.co/images/Atencion_y_participacion_al_ciudadano/Consulta_Publica/V_22_Manual_Gesti%C3%B3n_Integral_16_12_14_CP.pdf

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36291>

ANEXOS

		FORMATO GESTIÓN DEL PLAN INTEGRAL DE RESIDUOS RECICLABLES		versión	
		CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS		vigente desde	
fecha	responsable de recolección			pagina	
				cargo	
				firma	
Tipo de Material Separado		Cantidad de Material Separado (Kg)		Días de Recolección del Material Separado	
Papel					
Cartón					
Plástico					
Metal					
Vidrio					
Otros (material reciclable)					
Nombre y Apellido De quien entrega					
		Firma			



Ilustración 1 recipiente utilizado para el almacenamiento temporal



Ilustración 2 recipiente utilizado para los residuos reciclables

