



**UNIVERSIDAD
GERARDO BARRIOS**
Líderes en Gestión del Conocimiento



Vicerrectoría de Investigación

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Caracterización de placas de concreto incorporando polímero reciclado PET

Informe técnico de investigación

Sara Oneida Baires Quintanilla
Arline Carolina Carballo Henríquez

El Salvador, 2020



**UNIVERSIDAD
GERARDO BARRIOS**
Líderes en Gestión del Conocimiento



Vicerrectoría de Investigación

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Caracterización de placas de concreto incorporando polímero reciclado PET

Informe de Investigación

Sara Oneida Baires Quintanilla

Arline Carolina Carballo Henríquez

El Salvador, 2020

Editorial Universidad Gerardo Barrios

Caracterización de placas de concreto incorporando polímero reciclado PET

Sara Oneida Baires Quintanilla

Arline Carolina Carballo Henríquez

Informe Técnico de Investigación 2020

Vicerrectoría de Investigación

© Universidad Gerardo Barrios, 2021

ISBN 978-99983-57-21-1 (E-Book, pdf)

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni parcial ni totalmente, ni registrada en/o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni formato, por ningún medio, sea mecánico, fotocopiado, electrónico o cualquier otro sin el permiso previo y por escrito de la editorial.

editorial@ugb.edu.sv

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	i
2. JUSTIFICACIÓN	1
3. OBJETIVOS	2
4. METODOLOGÍA	3
5. RESULTADOS.....	5
5.1. Prueba a la resistencia y compresión	5
5.2. Pruebas de laboratorio para determinar la densidad y absorción del material.....	7
5.3. Pruebas de laboratorio para determinar la exposición al desgaste, a la resistencia y a la flexión del material.	10
5.4. Comportamiento de placas construidas en el equipamiento urbano	14
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	26
7. REFERENCIAS	27
8. ANEXOS	28

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la alta utilización de materiales plásticos para productos de consumo diario, en El Salvador se generan 3,676 toneladas diarias de residuos sólidos, únicamente dispuesto a reciclaje el 5% y del cual el 22.21% aproximadamente [1] es plástico, entre los que figuran desechables de un solo uso, de baja densidad y de alta densidad [2]. La disposición final del plástico es un reto, en ese sentido se plantea la incorporación del polímero reciclado PET en un sistema constructivo ya conocido como lo son las placas de concreto, verificando y garantizando el comportamiento de las mismas que cumplan con los requerimientos de una placa de concreto estándar. Esta es una alternativa para incorporar estos residuos de plásticos utilizados en la elaboración de botellas de agua, refrescos y otras bebidas, recipientes de detergentes y otros productos para la limpieza utilizadas por la población salvadoreña.

Este proyecto se enmarcó en la línea de investigación que desarrolla la Universidad Gerardo Barrios en temas de innovación de la construcción, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente al ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles. [3]. Específicamente este trabajo contempla la caracterización de placas de concreto incorporando polímero reciclado PET en la elaboración, realizando pruebas de laboratorio de resistencia al desgaste, a la compresión, a la flexión, ensayo estándar para la absorción, densidad, contenido de humedad y ensayo a la temperatura para conocer a detalle las propiedades mecánicas y físicas en el funcionamiento del desarrollo de este sistema de la placa de concreto incluyendo el polímero.

La obtención de los diferentes ensayos mencionados anteriormente, nos aportan la información para la categorización de los elementos dentro de la mezcla de concreto utilizando polímero reciclado, garantizando la calidad de las mismas y la implementación como material de construcción para los salvadoreños.

2. JUSTIFICACIÓN

A lo largo de muchos años y debido al avance de la tecnología, los hábitos de una gran parte de la población se han modificado, predominando prácticas como el consumismo, lo cual ha conducido a enfrentarse a una producción desmedida de productos hechos o derivados del plástico para satisfacer las necesidades personales, sin tener en cuenta la huella ecológica ocasionada.[4]

Considerando la problemática ambiental de desechos sólidos y específicamente los plásticos PET donde se buscan los medios y la forma de resolver dicho problema, es necesario promover alternativas para minimizar la contaminación que a diario se genera, dentro de ella. Se proponen alternativas como el reciclaje de botellas plásticas ayudando al destino final de estos residuos incorporando en la construcción de placas de concreto PET.

En este sentido, y siguiendo las líneas de investigación realizadas en años anteriores como es el análisis del comportamiento de mampostería de concreto en placas elaboradas con mortero y polímero reciclado PET, en el cual se realizaron ensayos de resistencia a la compresión de mampostería; continuidad al comportamiento de las placas, realizando así el estudio de la Caracterización y otros tipos de ensayos como: la resistencia al desgaste, a la compresión, a la flexión, ensayo estándar para la absorción, densidad, contenido de humedad y ensayo a la temperatura; que permitan la caracterización del mismo.

Por otra parte, el concreto es un material esencial para el sector de la construcción, por lo tanto, es necesario hacer este tipo de investigaciones para poder descubrir técnicas, tecnologías y la posible utilización de otros productos no convencionales, en este caso el plástico, y que esto permita mezclas de concreto más adecuadas, eficientes, livianas, económicas y ecológicas, donde se pueda disminuir la huella ecológica.

3. OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar las características físicas y mecánicas de placas de concreto incorporando polímero reciclado PET

Objetivos Específicos

- Realizar pruebas de laboratorio para determinar la exposición al desgaste mediante el análisis de la máquina de los ángeles
- Realizar pruebas de laboratorio para determinar la resistencia a la compresión.
- Realizar ensayos de laboratorio de características mecánicas para conocer la absorción, densidad y ensayo a la temperatura
- Observar el comportamiento de placas construidas en el equipamiento urbano.

4. METODOLOGÍA

Descripción del método

El estudio determino las propiedades mecánicas de los materiales a utilizar en la fabricación de la mezcla de concreto (cemento- arena- chispa- plástico en proporción; donde se realizaron pruebas de laboratorio a los 7, 14 y 28 días,) según American Society of Testing Materials C-109 ensayo de resistencia a la compresión para justificar el comportamiento de las propiedades mecánicas de la mezcla según con el porcentaje de plástico PET, la exposición al desgaste mediante el análisis de la máquina de los ángeles Según Norma American Society of Testing Materials C535

A partir de todo lo mencionado y tomando en cuenta ensayos anteriores las placas serán sometidas a pruebas donde se realizarán análisis que nos permitirán establecer conclusiones que nos lleven a orientar el producto para su uso.

Recolección de Datos: Técnica e instrumento

La técnica está contemplada en varios aspectos primero el reciclaje y trituración del plástico, luego la dosificación de materiales (arena, cemento, chispa, plástico), seguido la elaboración de placas de mampostería atendiendo las dimensiones que presenta la demanda del mercado de 0.10 x 0.25 x 1.00 mt., seguidamente se realizaron los ensayos de laboratorio con un tiempo de 7 y 14 días de las unidades, finalizando con el instrumento donde se realizó la guía de observación describiendo los datos encontrados en campo, el cual contiene impacto causado por la intemperie en placa, causas al desgaste de desprendimiento de polvo, desgaste de desprendimientos de pequeñas partículas, grietas, colmenas pronunciadas; en piso, paredes y bancas del equipamiento urbano construido en el Campus Salitre.

Procedimiento de la Investigación

A manera de describir la metodología y verificar el desarrollo de la investigación se utilizaron diferentes mecanismos:

1. Recopilación de datos bibliográficos sobre tamaño y forma de las placas de concreto, pruebas de laboratorio realizadas a placas de concreto y bajo que norma se ensayan las diferentes características que se desean conocer.

2. Verificación de datos que se encuentran en investigaciones anteriores como la proporción de mezcla de concreto y PET, ya definidas en investigaciones anteriores.
3. Reciclaje de botellas plásticas con la ayuda de estudiantes de la facultad de Ingeniería y Arquitectura contribuyendo con botellas plásticas recicladas.
4. Acopio de materiales realizado en el laboratorio de suelos y materiales de la universidad.
5. Alianza con empresa para la trituración del plástico en planta de transferencia y reciclaje para el municipio de San Francisco Gotera en Morazán.
6. Construcción de unidades de mampostería placas de concreto incorporándole polímero reciclado.
7. Pruebas y análisis de las unidades realizando el procesamiento de datos se hicieron mediante la utilización de diferentes programas y ensayos de laboratorio utilizando maquinaria como: trituradora de material plástico, moldes de placas, máquina para ensayos a la compresión y flexión, cálculo del porcentaje de absorción, densidad y contenido de humedad como pruebas sometiendo las placas a temperaturas en laboratorio de la universidad, realizando pruebas de desgaste en máquina de los ángeles a pétreos y material reciclado en laboratorio externo, presentando resultados del procesamiento de datos.
8. La codificación y tabulación de datos de las pruebas de laboratorio a los 7 y 14 días,) según American Society of Testing Materials C-109 ensayo de resistencia a la compresión para justificar el comportamiento de las propiedades mecánicas de la mezcla con el porcentaje de plástico PET.

Nuestros códigos están basados como se detalla a continuación

Control 1: a los 7 días, compresión y flexión

Control 2: a 14 días, compresión y flexión

Control 3: Absorción, densidad y contenido de humedad

Control 4: Abrasión por el método de máquina de los ángeles

5. RESULTADOS

5.1. Prueba a la resistencia y compresión

Mediante el proceso de elaboración y tomando en cuenta los resultados del laboratorio con base en la normativa que dice:

La norma ASTM C109 método de prueba estándar para esfuerzo de compresión en mortero de cemento hidráulico (utilizando especímenes cúbicos de 50 mm).

Este método de prueba cubre la determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico utilizando muestra en forma de cubo de 2 pulg. (50mm).

La norma ASTM C39

Método de ensayo estándar para esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto.

Este método de ensayo cubre la determinación de la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto tales como cilindros moldeados o núcleos taladrados. Están limitados al concreto que tenga un peso unitario mayor de 50 Lb/pie³ (800 Kg/m³)

Curado a los 7 días

Placa con PET proporción 1: 2: 1.5: 0.5

DIMENSIONES DE PLACA				
TIPO	ALTO CM	LARGO CM	ANCHO CM	PESO DE PLACA (KG/cm ²)
1.0	25.3	30.5	5.2	49.55

Área= Largo x Ancho

$$A = 30.5 \text{ cm} \times 5.2 \text{ cm} = 158.60 \text{ cm}^2$$

Para poder calcular la resistencia a los 7 días se toma los siguientes datos:

Resistencia= Carga / Área

$$\delta = 7,860 \text{ Kg} / 158.60 \text{ Cm}^2$$

$$\delta = 49.55 \text{ Kg} / \text{Cm}^2$$

Curado a los 14 días

Placa con PET proporción 1: 2: 1.5: 0.5

DIMENSIONES DE PLACA				
TIPO	ALTO CM	LARGO CM	ANCHO CM	PESO DE PLACA (KG/ Cm ²)
1.0	25.7	37.9	5.7	50.91

Área= Largo x Ancho

$$A = 37.9 \text{ cm} \times 5.7 \text{ cm} = 216.03 \text{ cm}^2$$

Para poder calcular la resistencia a los 14 días se toma los siguientes datos:

Resistencia= Carga / Área

$$\delta = 10,999 \text{ Kg} / 216.03 \text{ Cm}^2$$

$$\delta = 50.91 \text{ Kg} / \text{Cm}^2$$

De acuerdo a los resultados obtenidos una placa a los 14 días alcanza un esfuerzo de 50.91 Kg/Cm², comparando esta mezcla a esfuerzo y el límite de fluencia del acero de refuerzo se obtiene que está en el rango para poder soportar el esfuerzo, por lo tanto, puede ser utilizada como material alternativo en el área de la construcción.

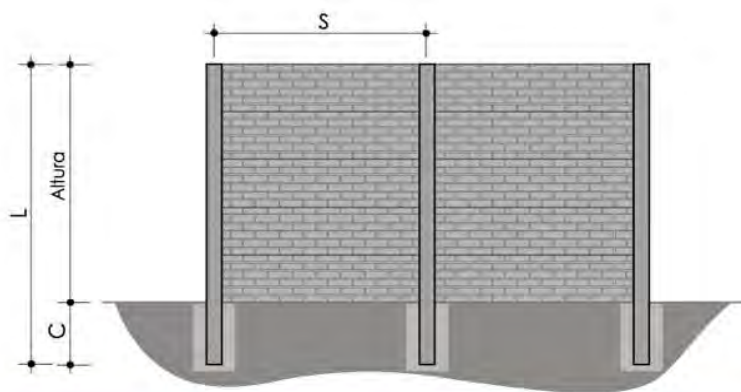
Barda Prefabricada

Características

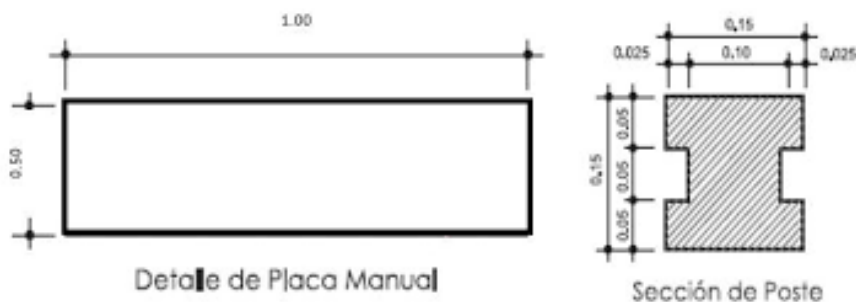
- Placa de concreto con PET de 5 cm. de espesor reforzada malla electrosoldada.
- Columna de 15 x 15 cm reforzada con armadura de acero grado 70
- Acabado liso
- Esfuerzo a compresión del concreto $f_{lc} = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000psi)
- Límite de fluencia del acero de refuerzo: $f_{ly} = 4,922 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 1: especificaciones técnicas de placa estándar MONOLIT

Ilustración 1: Detalle de placa manual de MONOLIT



Planilla de Bardas									
Medidas expresadas en metros									
Tipo	Altura útil	Separación (S)	PLACA		Peso de Placa (Kilogramos)	POSTE		Peso de Poste (Kilogramos)	Montaje
			Largo	Altura		C	L		
2.0 M	2.00	2.10	2.00	0.50	102.96	0.65	2.65	108.39	Manual
2.5 M	2.50	2.10	2.00	0.50	102.96	0.65	3.15	128.84	Manual
3.0 M	3.00	2.10	2.00	0.50	102.96	1.00	4.00	163.60	Manual



5.2. Pruebas de laboratorio para determinar la densidad y absorción del material. Según Norma American Society for Testing and Materials, Norma C 128 -04: Método de ensayo estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción

Para el caso de la densidad se pueden obtenerse distintos valores, en función de la condición en que la masa se esté considerando en el cálculo, pudiéndose encontrar en las siguientes condiciones:

- Secados al horno (SH), condición en la cual han sido secados por calentamiento en un horno a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por suficiente tiempo para alcanzar una masa constante.

MUESTRAS 1	PESO SECADO AL HORNO
Placa 1	9,030 gr/cm ³
Placa 2	7,899 gr/cm ³

MUESTRAS 2	PESO SECADO AL HORNO
Placa 1	7,843 gr/cm ³
Placa 2	8,286 gr/cm ³

- b) Saturados superficialmente secos (SSS), condición en la cual los poros permeables de las partículas de agregado son llenados con agua, a través de una prolongada inmersión en agua por un período de tiempo prescrito, pero sin agua libre sobre la superficie de las partículas.

MUESTRAS 1	PESO SATURADO SUPERFICIAL SECO
Placa 1	9,627 gr/cm ³
Placa 2	8,712 gr/cm ³

MUESTRAS 2	PESO SATURADO SUPERFICIAL SECO
Placa 1	8,565 gr/cm ³
Placa 2	9,613 gr/cm ³

La norma ASTM C 128 define y manda la determinación de las siguientes densidades:

- a) Densidad (SH), la masa de las partículas de agregado secadas al horno por unidad de volumen de partículas de agregado, incluyendo el volumen de poro permeable e impermeable en las partículas, pero sin incluir los vacíos entre ellas.

MUESTRAS 1	MASA	VOLUMEN	DENSIDAD SH
Placa 1	9,030 gr	5236.52 cm ³	1.72 gr/cm ³
Placa 2	7,899 gr	4232.18 cm ³	1.87 gr/cm ³

MUESTRAS 2	MASA	VOLUMEN	DENSIDAD SH
Placa 1	7,843 gr	4098.36 cm ³	1.91 gr/cm ³
Placa 2	8,286 gr	4545.28 cm ³	1.82 gr/cm ³

- b) Densidad (SSS), la masa de agregado saturado superficialmente seco por unidad de volumen de las partículas de agregado, incluyendo el volumen de vacíos impermeables y poros llenos de agua dentro de las partículas, pero no incluye los poros entre las partículas

MUESTRAS 1	MASA	VOLUMEN	DENSIDAD SSS
Placa 1	9,627 gr	5236.52 cm ³	1.84 gr/cm ³
Placa 2	8,712 gr	4232.18 cm ³	2.06 gr/cm ³

MUESTRAS 2	MASA	VOLUMEN	DENSIDAD SSS
Placa 1	7,565 gr	4098.36 cm ³	2.09 gr/cm ³
Placa 2	9,613 gr	4545.28 cm ³	2.11 gr/cm ³

Para el caso de la absorción es el incremento en masa del agregado debido a la penetración de agua en los poros de las partículas, durante un período de tiempo prescrito, sin incluir el agua adherida en la superficie de las partículas, expresado como porcentaje de la masa seca. Se obtiene generalmente después de haber sometido al material a una saturación durante 24 horas, cuando esta termina se procede a secar superficialmente el material, y por diferencias de masa se logra obtener el porcentaje de absorción con relación a la masa seca del material.

MUESTRAS 1	Peso Saturado Seco	Peso Secado al Horno	Absorción (%)
Placa 1	9,627 gr	9,030 gr	6.61 %
Placa 2	8,712 gr	7899 gr	10.29%

MUESTRAS 2	Peso Saturado Seco	Peso Secado al Horno	Absorción (%)
Placa 1	8,565 <i>gr</i>	7,843 <i>gr</i>	9.20 %
Placa 2	9,613 <i>gr</i>	8,286 <i>gr</i>	16.01%

5.3. Pruebas de laboratorio para determinar la exposición al desgaste, a la resistencia y a la flexión del material.

Según Norma American Society of Testing Materials (ASTM) este método cubre un procedimiento para la prueba de gruesos áridos con un tamaño máximo inferior a 37,5 mm ([1 1/2 pulg.] para resistencia a la degradación usando las pruebas de los ángeles. Es un procedimiento para probar agregado grueso mayor de 19.0 mm [3/4 pulg.] Se cubre en el Método de prueba C535. Así agregados gruesos con un tamaño máximo entre 19 mm [3/4 pulg.] y 37,5 mm [1 1/2 pulg.] puede ser probado con el método de prueba C535 o el método de prueba C131 / C131M.

Resumen del método de prueba

Esta prueba es una medida de degradación de agregados minerales. de graduaciones estándares resultantes de una combinación de acciones que incluyen abrasión o atrición, impacto y molienda en un tambor de acero giratorio que contiene un número específico de acero esferas, el número depende de la calificación de la prueba muestra. A medida que gira el tambor, una placa de estante recoge la muestra y las esferas de acero, llevándolos hasta que se cayó al lado opuesto del tambor, creando un impacto aplastante efecto. El contenido luego rueda dentro del tambor con una acción de abrasión y pulido hasta que la placa del estante recoja la muestra y las esferas de acero, y el ciclo se repite. Después el número prescrito de revoluciones, el contenido se elimina del tambor y la porción agregada se tamiza para medir la degradación como porcentaje de pérdida.

La carga (esferas de acero o cojinetes de bolas), dependiendo de la clasificación de la muestra de prueba como se describe en tabla 1:

Grading	Number of Spheres	Mass of Charge, g
A	12	5000 ± 25
B	11	4580 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Tabla 2 clasificación de la muestra, Según Norma American Society of Testing Materials (ASTM)

Designación de calificación de la Tabla 2 Graduaciones de muestras de prueba

Sieve Size (Square Openings)		Mass of Indicated Sizes, g			
Passing	Retained on	Grading			
		A	B	C	D
37.5 mm [1½ in.]	25.0 mm [1 in.]	1 250 ± 25	...	...	...
25.0 mm [1 in.]	19.0 mm [¾ in.]	1 250 ± 25	...	...	...
19.0 mm [¾ in.]	12.5 mm [½ in.]	1 250 ± 10	2 500 ± 10	...	...
12.5 mm [½ in.]	9.5 mm [⅜ in.]	1 250 ± 10	2 500 ± 10	...	...
9.5 mm [⅜ in.]	6.3 mm [¼ in.]	...	...	2 500 ± 10	...
6.3 mm [¼ in.]	4.75 mm [No. 4]	...	...	2 500 ± 10	...
4.75 mm [No. 4]	2.36 mm [No. 8]	...	...	...	5 000 ± 10
Total		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Wed Nov 11 15:33:36 EST 2020 3
Downloaded/printed by
Gerardo Barrios (NULL) pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.

Tabla 3 Graduaciones de muestras de prueba, Según Norma American Society of Testing Materials (ASTM)

Cálculo

Calcule la pérdida (diferencia entre la original masa y la masa final de la muestra de ensayo) como porcentaje de la masa original de la muestra de prueba. Informe este valor como porcentaje de pérdida (Nota 9).

NOTA 9: El porcentaje de pérdida determinado por este método de prueba no tiene relación consistente con el porcentaje de pérdida para el mismo material cuando probado por el método de prueba C535.

Resultados de la prueba de material: **Chispa**

GRANOLUMETRIA DE LA MUESTRA					
Pasa Tamiz		MASA DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (g) METODO			
		Retenido de Tamiz			
		A	B	C	D
Pul.	mm	(g)	(g)	(g)	(g)
No. 4	4.760			2074.2	
No. 12	1.680			1967.7	
				4041.9	

MUESTRA	PESO INICIAL EN (GR.)	PESO FINAL EN (GR.)	PÉRDIDA EN (GR.)	PÉRDIDA EN % EN MASA
1.0	5000.0	4041.9	958.1	19.16%

MÉTODO “C”, 8 ESFERAS

Análisis de la prueba de material: **Chispa**

Para el ensayo al desgaste se comparó los datos con la tabla 1 se calculó con una graduación C que corresponde a 8 esferas con una pérdida de masa de carga en gramos de 3330 ± 20 , en la cual los datos con la material chispa.

Prueba de material: **75 %Chispa- 25% PET**

GRANOLUMETRIA DE LA MUESTRA					
Pasa Tamiz		MASA DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (g) METODO			
		Retenido de Tamiz			
		A	B	C	D
Pul.	mm	(g)	(g)	(g)	(g)
No. 4	4.760			2956.0	
No. 12	1.680			1574.0	
				4530.0	

MUESTRA	PESO INICIAL EN (GR.)	PESO FINAL EN (GR.)	PÉRDIDA EN (GR.)	PÉRDIDA EN % EN MASA
1.0	5000.0	4530.0	470.0	9.40%

METODO “C”, 8 ESFERAS

Análisis de la prueba de material: **75 %Chispa- 25% PET**

Para el ensayo al desgaste se comparó los datos con la tabla 1 se calculó con una graduación C que corresponde a 8 esferas con una pérdida de masa de carga en gramos de 3330 ± 20 , en la cual los datos con el material 75% chispa- 25% PET el cual el material pet amortigua el desgaste de la chispa.

5.4. Comportamiento de placas construidas en el equipamiento urbano



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIDAD DE INVESTIGACION

Guía de observación del comportamiento al desgaste en placas elaboradas con mortero
y polímero reciclado PET

Fecha: 27/02/02020

Objetivo	Observar el comportamiento de placas construidas en el equipamiento urbano			
Impacto causado por la intemperie en placa	Causas Por tiempo del curado que se realizó en la construcción la cual no se hizo se han agrietado 3 placas en pisos			
	Desgaste de desprendimiento de polvo	Desgaste de desprendimientos de pequeñas partículas	Grietas	Colmenas pronunciadas
Piso	No	Si	Si	No
Pared	No	No	No	No
Bancas	No	No	No	No
Afectación de placa	Se notan grietas en placas de piso			
Lugar de daño en placa	Piso			
Periodo de aplicación	Fabricadas en noviembre 2019 Tiempo de construcción: 3 meses.			
Descripción del seguimiento y monitoreo	Se realizó la primera visita para verificar el estado actual de placas tanto en piso como en paredes			

Seguimiento del estado actual de placas



Estado de placas en pisos



Estado de placa en bancas



Estado de placa en paredes





UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIDAD DE INVESTIGACION

Guía de observación del comportamiento al desgaste en placas elaboradas con mortero
y polímero reciclado PET

Fecha: 14/10/2020

Objetivo	Observar el comportamiento de placas construidas en el equipamiento urbano			
Impacto causado por la intemperie en placa	Causas La placa que se expone a la caída de agua es la que se encuentra con mayor desgaste			
	Desgaste de desprendimiento de polvo	Desgaste de desprendimientos de pequeñas partículas	Grietas	Colmenas pronunciadas
Piso	No	Si	Si	No
Pared	No	No	No	No
Bancas	No	No	No	No
Afectación de placa	Se observó en 1 placa expuesta en piso grietas, desgaste y moho por caída de aguas lluvias que baja directamente de techos			
Lugar de aplicación en placa	En placas de pisos			
Periodo de aplicación	Tiempo de construcción: 12 meses.			
Descripción del seguimiento y monitoreo	Se realizó visita de seguimiento donde se observó que las placas colocadas en bancas y paredes se mantienen en buen estado, en cambio la que está expuesta a caída de agua en piso se encuentra con desgaste			

--	--

Seguimiento del estado actual de placas



Estado de placas en pisos con desgaste y moho



Gramoquín en buen estado



Estado de placa en bancas



Estado de placa en paredes





UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIDAD DE INVESTIGACION

Guía de observación del comportamiento al desgaste en placas elaboradas con mortero
y polímero reciclado PET

Fecha: 19/11/2020

Objetivo	Observar el comportamiento de placas construidas en el equipamiento urbano			
Impacto causado por la intemperie en placa	Causas La placa que se expone a caída de agua con presión hace que se le haga un mayor desgaste y le crea moho			
	Desgaste de desprendimiento de polvo	Desgaste de desprendimientos de pequeñas partículas	Grietas	Colmenas pronunciadas
Colocada en piso	Si	Si	Si	Si
Colocada en pared	No	No	No	No
Banca	No	No	No	No
Afectación de placa	Se observó en placa expuesta en piso grietas, desgaste colmenas y moho por caída de aguas lluvias			
Lugar de aplicación en placa	En placas de pisos			
Periodo de aplicación	Tiempo de construcción: 13 meses.			
Descripción del seguimiento y monitoreo	Se realizó visita de seguimiento donde se observó que las placas colocadas en bancas y paredes se mantienen en buen estado, en cambio la que está expuesta a caída de agua en piso y las que se humedecen se encuentra con desgaste y moho. Cabe mencionar que para esta época se contó con una tormenta tropical, la cual generó mayor humedad en placas de piso.			

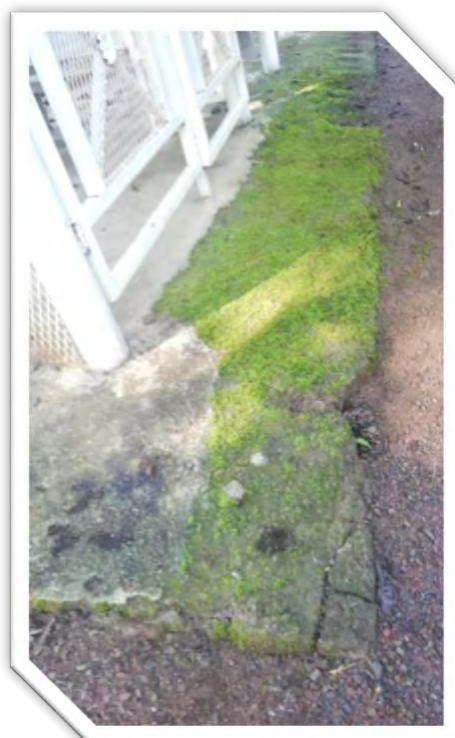
Seguimiento del estado actual de placas



Estado de placas en pisos con desgaste y colmenas



Placas colocadas en piso con moho



Gramoquín en buen estado



Estado de placa en bancas



Estado de placa en paredes



6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Mediante este estudio se realizaron las pruebas de laboratorio para determinar la exposición al desgaste mediante el análisis de la máquina de los ángeles, también se determinó la resistencia a la compresión y las características mecánicas para conocer la absorción, densidad y ensayo a la temperatura en placas de concreto incorporándole polímero reciclado; así como el comportamiento a la exposición a la intemperie en el equipamiento urbano, de la cuales se obtuvieron resultados favorables comparando placas de concreto estándar y placa construida de concreto PET.

De ellas se detalla su comportamiento con respecto a cada una de las características mecánicas, mediante las pruebas de laboratorio realizada y está dentro de los parámetros de calidad que permiten las normas establecidas por las Normas: American Society of Testing Materials (ASTM) , American Society for Testing and Materials, Norma C 128 -04: Método de ensayo estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción, Segun la Norma ASTM C31-03 “Method of making and curing concrete test specimens in the field”. (Método de fabricación y curado de especímenes de prueba de concreto realizados en el campo.

Por lo tanto, se verifica que las placas construidas con materiales concreto PET, son aceptables para utilizarse en diferentes construcciones, como paredes, pisos y bancas. Siempre y cuando no estén expuestas a caídas de agua directamente ya que en la guía de observación de placas construidas se observa que las placas que están sometidas a caídas de agua se desgastan; aun así pueden ser utilizadas en diferentes espacios. Aunado a esto se contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible específicamente en el 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, de igual manera en nuestras líneas de investigación se sigue trabajando en una mejora continua en la innovación de materiales para la construcción.

7. REFERENCIAS

- [1] D. Javier, “Diario Co Latino - Informándote con Credibilidad,” *Diario Co Latino*. <https://www.diariocolatino.com/el-mal-manejo-de-los-desechos-solidos-y-sus-graves-repercusiones-en-el-medioambiente/> (accessed Sep. 17, 2021).
- [2] CONAMYPE, “Guia De Manejo De Residuos Solidos,” p. 12, [Online]. Available: [https://www.conamype.gob.sv/%0Aguia de manejo de residuos solidos - CONAMYPEwww.conamype.gob.sv](https://www.conamype.gob.sv/%0Aguia%20de%20manejo%20de%20residuos%20solidos).
- [3] 21410342 LUIS EDUARDO RODRIGUEZ PATIÑO, 21410028 FABIO ANDRES CASTRO GUZMAN, “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE PET.” Accessed: Feb. 19, 2020. [Online]. Available: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>.
- [4] *Análisis de la huella ecológica de España territorio. .*
- [5] ONU, “ODS.” https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020_Spanish.pdf (accessed Nov. 16, 2020).
- [6] T. Beyer et al., “Acquisition Protocol Considerations for Combined PET/CT Imaging.”
- [7] V. Flores, J. Rojas, R. Torres, R. Vallejos, P. Flores, and M. Flores, “Mezclas de cemento y agregados de plastico para la construccion de viviendas ecologicas,” *Ciencias Tecnológicas y Agrar. T-I Handb.*, pp. 101–110, 2014, [Online]. Available: [https://www.ecorfan.org/bolivia/handbooks/ciencias tecnologicas I/Articulo 7.pdf%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=4883701](https://www.ecorfan.org/bolivia/handbooks/ciencias_tecnologicas_I/Articulo_7.pdf%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=4883701).
- [8] A. Felipe and M. Giraldo, “ANÁLISIS DEL CONCRETO CON TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO ADITIVO PARA ALIGERAR ELEMENTOS ESTRUCTURALES,” 2015.
- [9] G. José and Z. Arteaga, “Diseño experimental de materiales modulares de construcción utilizando plásticos reciclado como agregado.”
- [10] E. Jair Alderete et al., “Estudio de morteros que contienen escamas de plástico procedente de residuos post-industriales Study of mortars with industrial residual plastic scales,” 1998, doi: 10.3989/mc.1998.v48.i250.477.

8. ANEXOS

Modelo de Guía de observación o ficha de datos



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIDO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

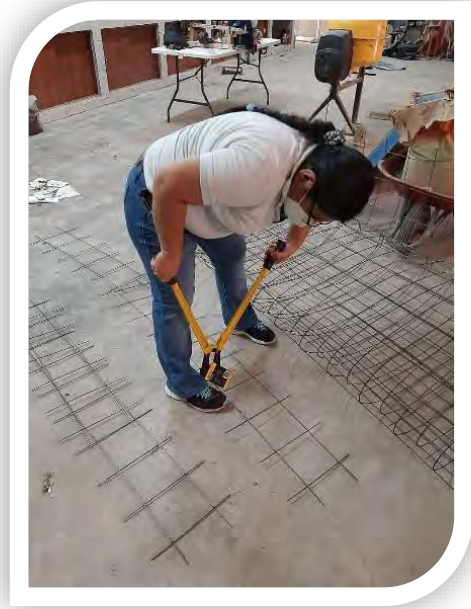
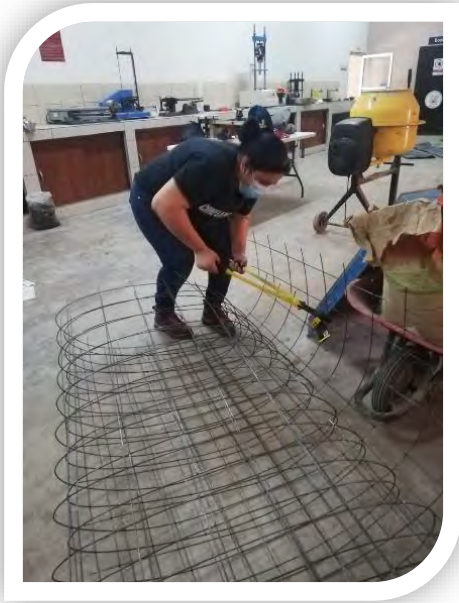
Guía de observación del comportamiento al desgaste en placas elaboradas con mortero y polímero reciclado PET año 2019

Fecha: _____

Objetivo				
Impacto causado por la intemperie en placa	Causas			
	Desgaste de desprendimiento de polvo	Desgaste de desprendimientos de pequeñas partículas	Grietas	Colmenas pronunciadas
Colocada en piso				
Colocada en pared				
Afectación de placa				
Acciones a desarrollar				
Técnica a utilizar				
Lugar de aplicación en placa				
Periodo de aplicación				
Materiales utilizados				
Descripción del seguimiento y monitoreo				

Fotografías

Preparación para colado de placas



Realización de mezcla



Moldeado de Placas



Curado de placas



Toma de medidas y peso de placas



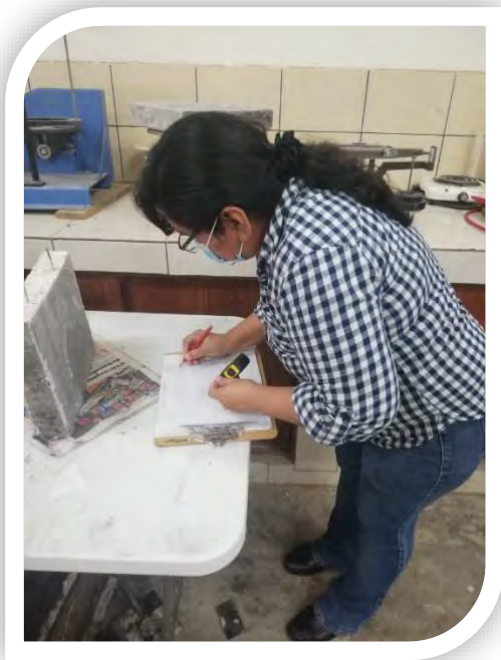
Prueba a compresión



Placa sometida a esfuerzo



Toma de medidas y peso antes de colocar al horno



Colocación en horno para toma de temperatura



Estado de placas después de ser sometidas a temperatura



Resultados de ensayos de laboratorios



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Prueba de carga en unidades de mampostería de concreto

Proyecto :	Caracterización de placas de concreto incorporando polímero reciclado PET	Procedencia :	1:2:1.5:0.5
		Fecha de muestreo:	12/11/2020
Solicita :	Unidad de Investigación-FIA	Laboratorista :	WJH.

Muestra	Edad (días)	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (kgs)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)
1	14	10999.00	37.90	5.70	25.70	12739.00	216.03	58.97
2	28	10260.00	34.50	5.50	25.50	10985.00	189.75	57.89
Promedio								58.43

Sin otro particular nos suscribimos de ustedes.
Atentamente :


René Alexander Martínez Segovia.
 Ingeniero Civil.



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

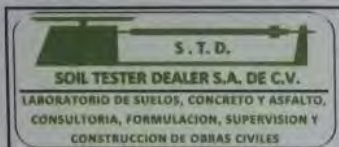
Prueba de carga en unidades de mampostería de concreto

Proyecto :	Caracterización de placas de concreto incorporando polímero reciclado PET	Dosificación :	1:2:1.5:0.5
		Fecha de muestreo:	30/9/2020
Solicita :	Unidad de Investigación-FIA	Laboratorista :	WJH.

Muestra	Edad (días)	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (kgs)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)
1	7	9326.00	30.50	5.20	25.70	7860.00	158.60	49.56
2	14	10999.00	37.90	5.70	25.70	9746.00	216.03	45.11
Promedio								47.34

Sin otro particular nos suscribimos de ustedes.
Atentamente :


René Alexander Martínez Segovia.
 Ingeniero Civil.



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

REG-TEC-013
VERSION: 1.0
STD-DESG-006-10-2020
F.E.: 01/01/2018
F.R.: 01/01/2018
PAGINA: 1/1

RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO DE TAMAÑO PEQUEÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NORMA ASTM C 131/AASTHO T 96

SOLICITANTE: **INVE 024 FIA.**

PROYECTO: **CARACTERIZACION DE PLACAS DE CONCRETO INCORPORANDO POLIMERO RECICLADO PET.**

MATERIAL: **CHISPA.**

ESTACIONAMIENTO: - LATERAL: -

FECHA DE MUESTREO: **30 10 2020** FECHA DE ENSAYO: **3 11 2020**

PROCEDENCIA: - TEMPERATURA AMBIENTE: -

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA					
MASA DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (G)					
METODO					
Retenido en Tamiz					
Pasa Tamiz		A	B	C	D
Pul.	mm	(g)	(g)	(g)	(g)
No. 4	4.760			2074.2	
No. 12	1.680			1967.7	
TOTALES				4041.9	

MUESTRA	PESO INICIAL EN (GR.)	PESO FINAL EN (GR.)	PERDIDA EN (GR.)	PERDIDA EN % EN MASA
1.0	5000.0	4041.9	958.1	19.16%

OBSERVACIONES:

METODO "C", 8 ESFERAS.

Realizó y Calculó: TEC. MARVIN DIAZ
LABORATORISTA
SOIL TESTER DEALER S.A. DE C.V.



Visto: ING. WILFREDO A. HENRIQUEZ
JEFE DE LABORATORIO
SOIL TESTER DEALER, S.A. DE C.V.

OBSERVACIONES:

 S. T. D. SOIL TESTER DEALER S.A. DE C.V. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO. CONSULTORIA, FORMULACION, SUPERVISION Y CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	REG-TEC-013 VERSION: 1.0 STD-DESG-007-MD-2020 F.E.: 01/01/2018 F.R.: 01/01/2018 PAGINA: 1/1																																																						
RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO DE TAMAÑO PEQUEÑO POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NORMA ASTM C 131/AASTHO T 96																																																								
SOLICITANTE: PROYECTO: MATERIAL: ESTACIONAMIENTO: FECHA DE MUESTREO: PROCEDENCIA:	INVE 024 FIA. CARACTERIZACION DE PLACAS DE CONCRETO INCORPORANDO POLIMERO RECICLADO PET. 75% CHISPA + 25% PET. LATERAL: - 30 10 2020 FECHA DE ENSAYO: 3 11 2020 TEMPERATURA AMBIENTE: -																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="6">GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA</th> </tr> <tr> <th colspan="2" rowspan="3">Pasa Tamiz</th> <th colspan="4">MASA DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (G)</th> </tr> <tr> <th colspan="4">METODO</th> </tr> <tr> <th colspan="4">Retenido en Tamiz</th> </tr> <tr> <th>Pul.</th> <th>mm</th> <th>A (g)</th> <th>B (g)</th> <th>C (g)</th> <th>D (g)</th> </tr> <tr> <td>No. 4</td> <td>4.760</td> <td></td> <td></td> <td>2956.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. 12</td> <td>1.680</td> <td></td> <td></td> <td>1574.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTALES</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4530.0</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>PESO INICIAL EN (GR.)</th> <th>PESO FINAL EN (GR.)</th> <th>PERDIDA EN (GR.)</th> <th>PERDIDA EN % EN MASA</th> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td>5000.0</td> <td>4530.0</td> <td>470.0</td> <td>9.40%</td> </tr> </table>			GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA						Pasa Tamiz		MASA DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (G)				METODO				Retenido en Tamiz				Pul.	mm	A (g)	B (g)	C (g)	D (g)	No. 4	4.760			2956.0		No. 12	1.680			1574.0		TOTALES				4530.0		MUESTRA	PESO INICIAL EN (GR.)	PESO FINAL EN (GR.)	PERDIDA EN (GR.)	PERDIDA EN % EN MASA	1.0	5000.0	4530.0	470.0	9.40%
GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA																																																								
Pasa Tamiz		MASA DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (G)																																																						
		METODO																																																						
		Retenido en Tamiz																																																						
Pul.	mm	A (g)	B (g)	C (g)	D (g)																																																			
No. 4	4.760			2956.0																																																				
No. 12	1.680			1574.0																																																				
TOTALES				4530.0																																																				
MUESTRA	PESO INICIAL EN (GR.)	PESO FINAL EN (GR.)	PERDIDA EN (GR.)	PERDIDA EN % EN MASA																																																				
1.0	5000.0	4530.0	470.0	9.40%																																																				
OBSERVACIONES: METODO "C", 8 ESFERAS.																																																								
Realizó y Calculó: TEC. MARVIN DIAZ LABORATORISTA SOIL TESTER DEALER S.A. DE C.V.		 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES																																																						
VoBo: ING. WILFREDO A. HENRIQUEZ JEFE DE LABORATORIO SOIL TESTER DEALER S.A. DE C.V.																																																								
OBSERVACIONES:																																																								