

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:
DISEÑO Y ELABORACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN PROTOTIPO
UTILIZANDO PARTÍCULAS DE CAUCHO**

**AUTOR:
EDISON JAVIER LARA GUERRERO**

**TUTOR:
BYRON IVÁN ALTAMIRANO LEÓN**

Quito, agosto de 2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Edison Javier Lara Guerrero, con documento de identificación N° 1721436036, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: DISEÑO Y ELABORACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN PROTOTIPO UTILIZANDO PARTÍCULAS DE CAUCHO, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación en lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo en este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Nombre: Edison Javier Lara Guerrero

Cédula: 1721436036

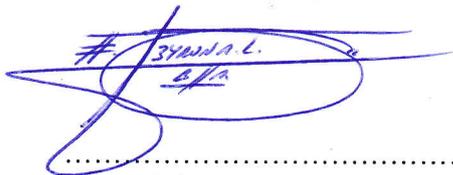
Fecha: Quito, agosto de 2018

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, BYRON IVÁN ALTAMIRANO LEÓN declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Artículo académico: DISEÑO Y ELABORACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN PROTOTIPO UTILIZANDO PARTÍCULAS DE CAUCHO realizado por Edison Javier Lara Guerrero, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, agosto de 2018

Atentamente,



.....
Byron Iván Altamirano León
CI: 1709301590

DISEÑO Y ELABORACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN PROTOTIPO UTILIZANDO PARTÍCULAS DE CAUCHO

DESIGN AND ELABORATION OF CONCRETE BLOCKS PROTOTYPE USING PARTICLES OF RUBBER

Edison Javier Lara Guerrero¹

Resumen

La problemática en la disposición de residuos de caucho crea la necesidad de proponer nuevas alternativas, el enfoque es la mitigación del impacto ambiental generado por la contaminación de los neumáticos vehiculares, aprovechando este material reciclado se propone la utilización en materiales para la construcción. La investigación consiste en el diseño y elaboración de un bloque de hormigón prototipo utilizando partículas de caucho, para diferentes porcentajes de sustituciones por agregado fino, que posea similares características técnicas y económicas de un bloque de hormigón convencional tipo B, cumpliendo la norma NTE INEN 3066 2016-11. Lo propuesto, es la sustitución de porcentajes (10%, 15% y 20%) en volumen de agregado fino por partículas de caucho producto de la trituración de neumático. Los resultados exponen que la alternativa es viable bajo los parámetros antes mencionados; por lo tanto, el bloque de hormigón con partículas de caucho del 20% mostro una resistencia neta mínima a la compresión simple 3,69 MPa. cumpliendo con lo establecido. El precio del bloque de hormigón prototipo con partículas de caucho del 20% resulta más económico que un bloque convencional tipo B propuesto en esta investigación.

Palabras Clave: Bloque prototipo, caucho reciclado, hormigón, resistencia a la compresión.

Abstract

The problem in the disposal of rubber particles, creates a necessity to propose new alternatives to approach the mitigation of the environmental impact generated by the contamination of vehicular tires. In this sense, taking advantage of this recycled material is proposed for use in construction materials. This investigation consists in the design and elaboration of a prototype concrete block using rubber particles, for different percentages of substitutions by fine aggregate that has similar technical and economic characteristics of a conventional type B concrete block, complying with the NTE INEN 3066 2016-11 norm. The proposal, is the replacement of percentages (10%, 15% and 20%) in volume of fine aggregates by rubber particles product of the crushing of tire. The results show that the alternative is viable under the parameters mentioned above; therefore, the concrete block with 20% rubber particles showed a minimum net compression strength of 3,69 MPa. complying with the established. The price of the prototype concrete block with 20% rubber particles is cheaper than a conventional block type B proposed in this research.

Keywords: Prototype block, recycled rubber, concrete, compression resistance.

¹ Estudiante de Ingeniería Civil - Universidad Politécnica Salesiana - Quito, Ecuador

1. Introducción

El incremento de la población genera mayor solicitud de viviendas tanto en el sector rural y urbano generando una demanda de materiales para la construcción. Las diferentes técnicas de construcción nacen por la gran necesidad de aprovechar los elementos que se encuentran en nuestro alrededor, mejor cuando estos están causando un impacto ambiental como son los neumáticos de un vehículo; por tal razón en los últimos años se ha observado como las personas incluyen ciertos elementos a los materiales construcción.

El problema ambiental de los desechos de llantas se genera por el escaso conocimiento de planes de gestión de residuos, tanto por temas culturales como por la falta de políticas gubernamentales que intervienen en empresas privadas, investigaciones sobre la reutilización y disposición final de este tipo de residuos.

En el Ecuador, ante la falta de la aplicación de una medida política, que indique qué hacer con los neumáticos que dejan de ser útiles para circular, el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) puso en marcha el Plan de Gestión Integral de los Neumáticos Usados, con el fin de reducir la contaminación ambiental que el producto causa, el acuerdo ministerial 098, que en su parte pertinente dispone que los comerciantes de llantas deben recuperar el 30% de su mercado. Esta cartera de estado considera a los neumáticos como desechos especiales, debido a que su combustión produce nubes tóxicas y además pueden ser fuentes de propagación de epidemias transmitidas por mosquitos [2].

Debido a esto se hace necesario generar ideas que permitan dar soluciones a este tipo de problema, como es el aprovechamiento de incluir partículas de caucho triturado de neumáticos vehiculares a los bloques de hormigón de esta manera lograr

minimizar el impacto ambiental e incrementar las ganancias al producir estos especímenes.

En la investigación realizada por C. Torres [3], “Se valora las propiedades mecánicas del hormigón cambiando en un 10%, 20% y 30% el volumen del agregado fino con residuos de llantas de caucho. Se concluyó que la resistencia mecánica (compresión) se redujo con los tres porcentajes en volumen adicionado de residuos de caucho”.

Por otra parte, en la investigación realizada por P. B. y M. Viñán[4], “La resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días de las mezclas de hormigón referentes al tamiz N°16, N°30 y N°50 fueron 69,95%, 82,65% y 80,36% con respecto a la mezcla convencional, lo cual denota que la mezcla que mejor comportamiento tuvo fue el hormigón elaborado con partículas retenidas en el tamiz N°30”.

Este artículo académico se elaboró con la finalidad de analizar y evaluar la incidencia de sustituir las partículas de caucho provenientes de neumáticos reciclados por el agregado fino y determinar resultados que serán influyentes en el aspecto ambiental y económico.

2. Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha. Las partículas de caucho utilizadas para este artículo académico se las recolecto en Durallanta al sur de la ciudad, el análisis de las propiedades físicas de las partículas se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Politécnica Salesiana.

Se realizaron tres tipos de mezclas de hormigón con tamaños de partículas de caucho retenidos en los tamices (ver Tabla 1) y una mezcla convencional (Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón tipo B promedio resistencia neta mínima =

4,0 – 3,5 MPa).

Tabla 1. Tamices utilizados en el cribado del caucho.
Fuente: Autor

Tamiz ASTM (#)	Tamaño de partículas (mm.)
4	4.760
8	2.380
10	2.000
12	1.700
16	1.190
30	0,596

2.1 Caracterización del material

2.1.1 Cemento.

El cemento que se utilizó es de la marca ARMADURO®, tipo IP (uso general), con una densidad de 3.1 gr/cm³, en concordancia de con norma NTE INEN 490, ASTM C 595, con peso específico de 2.92 gr/cm³ [17].

2.1.2 Agua.

Para la mezcla se utilizó agua potable a temperatura ambiente (13 °C –23 °C).

2.1.3 Agregados.

Se utilizó materiales pétreos provenientes de la cantera de Pifo, Provincia de Pichincha norma NTE INEN 696. [12]

2.1.4 Granulometría.

La granulometría de los agregados finos y gruesos se realizó bajo la norma NTE INEN 872, cumpliendo todo lo especificado [18].

2.1.5 Colorimetría en el agregado fino.

Este ensayo se lo realizo para determinar el color en base de las impurezas orgánicas que contienen el árido fino dando una clasificación del 1 al 5. NTE INEN 855 [16].

2.1.6 Peso unitario de los agregados.

Este ensayo se realizó bajo los parámetros de la norma NTE INEN 858

(ver Tabla 2), para determinar los pesos unitarios del agregado fino y material grueso [15].

2.1.7 Densidad relativa y absorción del árido fino.

Este ensayo se fundamenta en la norma NTE INEN 856, 857 donde describe la determinación de la densidad relativa y absorción del agregado fino [13].

2.1.8 Caucho de neumáticos proceso de reciclado.

Pasos para el proceso de reciclado Durallanta:

2.1.8.1 Inspección inicial.

En este primer paso el técnico realiza una inspección más rigurosa, determinando daños severos en el neumático que influyen en la aprobación o rechazo del mismo.

2.1.8.2 Raspado.

En este paso, se retira el piso remanente del neumático (ver Figura 1), con equipos de precisión se prepara la llanta para recibir la banda apropiada según las especificaciones dadas por Durallanta (Radio de raspado).



Figura 1. Máquina de aspas para el proceso de raspado. **Fuente:** Autor

2.1.8.3 Recolección del proceso de raspado.

En este paso todas las partículas

provenientes del raspado de los neumáticos se recolectan mediante conductos impulsados por una bomba de aire hacia la zona de recolección (ver Figura 2), donde se encuentra la materia prima que se utiliza para la elaboración de los bloques prototipo.



Figura 2. Extractor de caucho. **Fuente:** Autor

2.2. Diseño de hormigón

La mezcla para el hormigón convencional se realizó de acuerdo con el A.C.I.211 Esta norma utiliza las propiedades de los agregados y la resistencia a la compresión requerida [8].

2.3. Elaboración de bloques de hormigón prototipo utilizando partículas de caucho.

Para la elaboración de los bloques prototipos de hormigón se utilizó moldes de 390 mm x 190 mm x 140 mm requerido por la norma NTE INEN 3066.

El muestreo de los bloques prototipos de hormigón se realizó bajo la norma NTE INEN 2859-1; para determinar el asentamiento de la mezcla se utilizó el cono de Abrams NTE INEN 1778, cuyo valor sirve para medir la trabajabilidad de la mezcla [11].

El procedimiento de curado en la fábrica, es mantener los bloques durante los primeros siete días en las condiciones de humedad, mojándolos en la mañana y

en la tarde, cubriéndolos del sol con una manta húmeda de algodón.

Una forma de curar los bloques es rociarlos con agua, utilizando mangueras (preferiblemente con atomizador) de manera que no se sequen en ningún momento. Otra forma de curarlos es recubrirlos con brines o mantas de algodón que sean mojadas permanentemente, o con láminas de plástico que formen un ambiente hermético que evite la pérdida de humedad por evaporación. La cobertura con plásticos negros y exposición al sol acelera el desarrollo de resistencia siempre que los bloques se mantengan húmedos [5].

La obtención de las partículas de caucho para los bloques prototipo, se utilizó los tamices que se exponen en la Tabla 1, al realizar la mezcla se tomó el material pasante del tamiz N°10 y retenido en el tamiz N°12, N°16, N°30 (ver Figura 3), se realizó esto para aprovechar el máximo del material reciclado.



Figura 3. Tamaño de partículas de caucho retenido tamiz N°12, N°16, N°30. **Fuente:** Autor

Con estas partículas de caucho reciclado después de realizar el análisis granulométrico (ver Figura 4), se fabricaron los prototipos, sustituyendo el volumen del agregado fino por partículas

de caucho retenidos por los tamices anteriormente descritos.

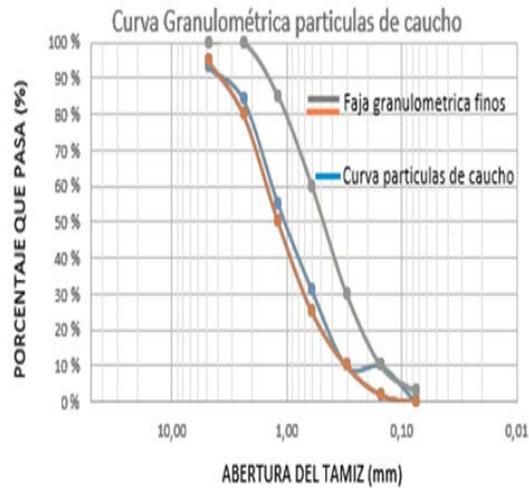


Figura 4. Curva granulométrica caucho **Fuente:** Autor

2.4. Ensayo de compresión realizado a la edad 28 días, para este propósito se ensayaron tres bloques convencionales tipo B no estructural y 40 bloques prototipo.

Los bloques de hormigón convencionales tipo B no estructurales y los bloques de hormigón prototipos para el ensayo a la compresión simple han sido unidades enteras donde su área neta se puede determinar mediante el procedimiento descrito en el numeral D.5.5 de la norma NTE INEN 3066 para el ensayo a la compresión simple. Se debe considerar el área neta de los especímenes enteros, registrando la carga máxima alcanzada por cada probeta, para luego obtener el esfuerzo promedio de la mezcla convencional y mezclas con inclusión de caucho; este procedimiento se encuentra normado en el anexo E de la norma NTE INEN 3066. El refrentado de los especímenes se lo realizara de acuerdo a la norma NTE INEN 2619 [11].

3. Resultados y Discusión

3.1 Resultados de caracterización

Los áridos del Sector de Pifo seleccionados para esta investigación no se encuentran dentro de la faja NTE INEN 872. [18], para lo cual se tuvo que utilizar el método de FULLER THOPSON [8], para el ajuste de la curva granulométrica y estimar el contenido de arena y grava dando como resultado el 51% de grava y 49% de arena, es un agregado con un mayor porcentaje de partículas gruesas, esto afecta la demanda de agua y la trabajabilidad del concreto, sin embargo, la variación referente a la norma no es significativa para descartar el uso de este material.

En el análisis de impurezas orgánicas en la norma NTE INEN 855 en el agregado fino se visualizó un color amarillento claro, puede usarse en hormigones de alta resistencia [16].

Tabla 2. Caracterización de los Agregados **Fuente:** Autor

Propiedad	Agregado fino	Agregado Grueso
Módulo de finura	3,01	*
Tamaño máximo nominal (mm)	4,76	19,05
Porcentaje de Abrasión (%)	*	32,6
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1640	1440
P. Especifico Solidos (kg/m ³)	2660	2650
Contenido de Humedad (%)	7,24	1,44
Porcentaje de Absorción (%)	6,30	2,67

La dosificación o proporción del material tuvo una relación de 1:7:7 (cemento - árido grueso - árido fino). Se variaron los porcentajes de sustitución de las partículas de caucho reciclados de la siguiente manera; 10%, 15% y 20%.

Para el cálculo volumétrico se tomó de referencia el volumen de un saco de cemento de 50 kg mediante el uso de una parihuela de acero diseñada de 0,045 m³ para el efecto, en la que fue necesario graduarla en su parte interior y poder

calcular los porcentajes de las partículas de caucho reciclados para realizar la preparación de la mezcla, previa la elaboración de los bloques de hormigón.

Tabla 3. Dosificación en volumen utilizada para la elaboración del bloque prototipo utilizando el 20% de partículas de caucho. **Fuente:** Autor.

Material	m ³	Glns.	Parihuelas	Cemento
Cemento				1 Saco
Arena	0,252		5,6	
Grava	0,315		7	
Agua	0,048	13		
Partículas de caucho 20%	0,063		1,4	

Nota: Parihuelas de 0,045 m³

La Tabla 3 muestra las cantidades de los materiales necesarios para la mezcla de hormigón. Para esta dosificación, se necesita 5,6 Parihuelas de árido fino por cada saco de cemento, ya que se sustituyó el 20% obteniendo un valor de 1,4 parihuelas de partículas de caucho para la elaboración de los bloques prototipos.

El mezclado se lo realizó de manera mecánica a través de una mezcladora industrial de 0,70 m³ de capacidad adquirida por la fábrica donde se elaboró los bloques prototipo.

Una vez mezclado los materiales, se procede a colocar en la máquina vibradora o bloquera. La duración del vibrado, así como la potencia del motor de la máquina vibradora son factores que influyen notablemente en la resistencia de los bloques (aprox. 20 segundos de vibración).

Cuando se coloca la mezcla de concreto en la bloquera, ésta se compacta y se consolida a base de presión y vibración controladas (ver Figura 5). El método de llenado se debe realizar en capas y con la ayuda de una pala se puede ir acomodando la mezcla.



Figura 5. Máquina vibradora o bloquera. **Fuente:** Autor

3.2 Resultados de los ensayos a compresión

El análisis del comportamiento a la compresión de los bloques de hormigón convencional y prototipos con partículas de caucho 10%, 15% y 20%, se ensayaron a los 28 días de su elaboración.

En la Tabla 4 se muestra el esfuerzo promedio a la compresión de las cuatro muestras elaboradas.

Tabla 4. Resistencia a la Compresión Bloques. **Fuente:** Autor.

N	Edad	Bloque Convencional tipo B (MPa.)	Bloque prot. 10% (MPa.)	Bloque prot. 15% (MPa.)	Bloque prot. 20% (MPa.)
1	28	6,24	5,24	4,89	3,92
2	28	5,52	5,19	5,22	3,41
3	28	5,77	5,08	5,09	3,79

El bloque convencional diseñado y elaborado en la fábrica alcanzo una resistencia promedio de 5,84 MPa. se observó la resistencia promedio de los bloques prototipos con partículas de caucho del 10%, 15% y 20% es de 5,17 – 5,06 y 3,71 MPa respectivamente (ver Figura 6), entonces se escogió el bloque prototipo que tiene el 20% de partículas de caucho porque aquel cumple con la resistencia establecida para un bloque tipo B no estructural para mampostería

que se está planteando en esta investigación.

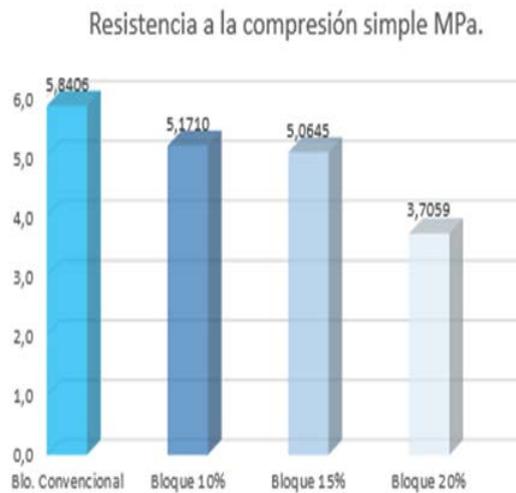


Figura 6. Resistencia a la compresión simple.

Fuente: Autor.

La sustitución del agregado fino con las partículas de caucho que tiene densidad y resistencia menor al árido fino hace que las características mecánicas del hormigón disminuyan (ver Figura 7), por tanto, la resistencia de un material compuesto como el hormigón, depende de la resistencia de sus componentes [1].



Figura 7. Bloque prototipo ensayo de compresión.

Fuente: Autor

La disminución de resistencia a la compresión a los 28 días de edad de los diferentes tipos de bloques ensayados

con el porcentaje de 10%, 15% y 20% de partículas de caucho fueron 11,46%, 13,29% y 36,55%, respectivamente (ver Figura 8), con respecto al 100% de la resistencia alcanzada por el bloque convencional.

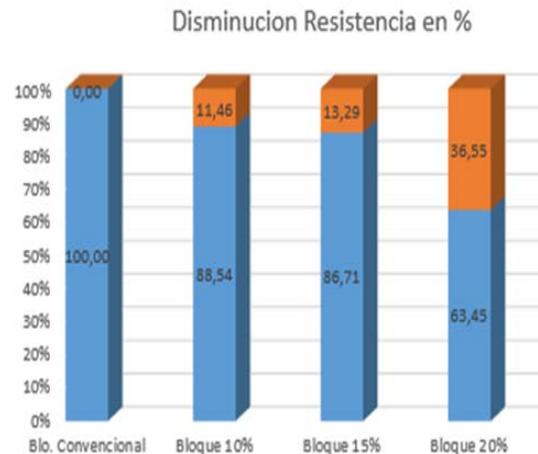


Figura 8. Disminución de la resistencia respecto al bloque convencional tipo B no estructural. **Fuente:** Autor.

3.3 Selección del Prototipo

Una vez ya identificado el porcentaje óptimo que cumple con la resistencia a la compresión simple se obtuvo una población de 70 especímenes, para ello se tomó una muestra con más del 50% según L. P. J. Puerto [10], Cuando no hay investigaciones realizadas anteriormente al tipo de tema que se está realizando se debe colocar 50% de proporción deseada y 50% de proporción no deseada”. Entonces se verificó 40 bloques prototipos en dimensiones, aspectos visuales y resistencia a la compresión simple, a fin de determinar los datos probabilísticos del prototipo.

Este tipo de población se considera finita. La población finita según R. Tulio [9], Los elementos en su totalidad son identificables por el investigador, desde el punto de vista del conocimiento que se tiene sobre la cantidad total, es decir cuando el investigador cuenta con el registro de todos los elementos que conforman la investigación en estudio.

Al analizar estos datos obtenemos los siguientes resultados para la resistencia

media un valor de 3,7 MPa. y una desviación estándar de 0,35 esta es una medida del grado de dispersión de los datos analizados con respecto al valor promedio entonces interpretamos que el grado de dispersión es menor a 1, entonces estos datos son confiables para la investigación propuesta.

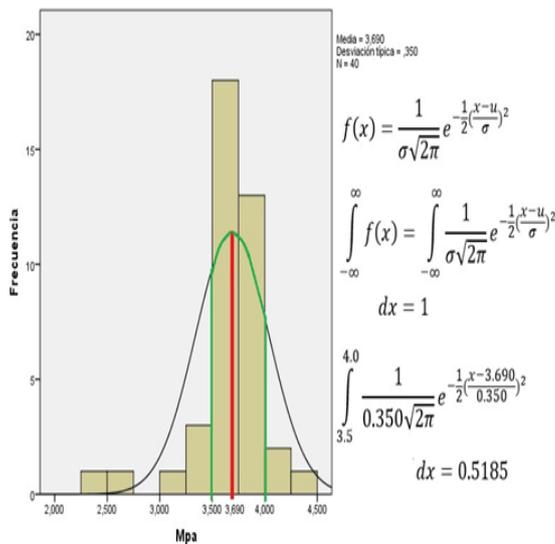


Figura 9. Campana de Gauss distribución normal. Fuente: Autor

Al determinar la campana de Gauss el resultado de los 40 especímenes es del 51,85% del total de las muestras ensayadas que se encuentran dentro de la resistencia buscada (3,5 – 4,0) MPa.

3.4. Costos de fabricación de los bloques analizados

Los costos obtenidos para la fabricación del bloque convencional tipo B no estructural y un bloque de hormigón prototipo utilizando partículas de caucho al 20%, con la dosificación establecida 1:7:7, y 1:7:5,6 respectivamente se resume en el siguiente análisis ver anexo 1,1 y anexo 1,2 donde se toma en cuenta los rubros que involucran la elaboración de cada uno de los bloques.

El costo de elaboración del bloque convencional tipo B tiene un valor de \$ 0,39 USD y el costo del bloque prototipo es de \$ 0,38 USD.

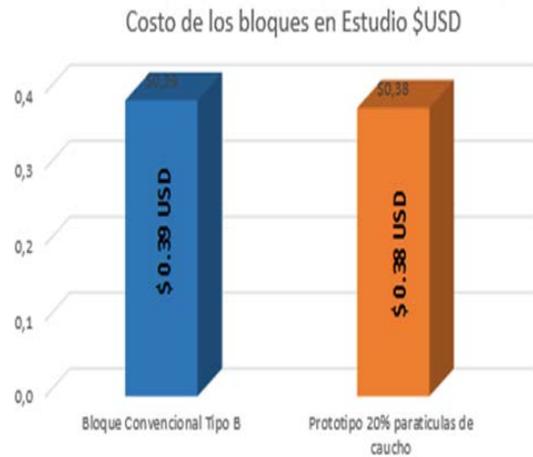


Figura 10. Costo de bloques. Fuente: Autor

Como podemos evidenciar el costo del bloque convencional tipo B es inferior al prototipo esto se debe a que se reemplazó el material fino por partículas de caucho obteniendo así el ahorro de un centavo de dólar.

4. Conclusiones y recomendaciones

El uso de las partículas del caucho reciclado retenido en el tamiz N°12, N°16, N°30 fue para optimizar y aprovechar el máximo material reciclado de la fábrica de Durallanta y contribuir a mejorar el impacto ambiental que actualmente se registra en la ciudad.

El bloque de hormigón convencional tipo B sometido al ensayo de compresión simple tuvo un desempeño de (5,84MPa) para la cual fue diseñada, el bloque prototipo con partículas de caucho del 10 %, 15 % y 20% es de 5,17 - 5,06 - 3,71 MPa. respectivamente, por tanto, el bloque de hormigón prototipo utilizando el 20% de partículas de caucho fue el escogido por que cumple con la resistencia a la compresión neta mínima de la norma NTE INEN 3066 requerida en esta investigación.

La disminución de resistencia a la compresión a los 28 días de edad del bloque de hormigón prototipo ensayado con 20% partículas de caucho fue de 36,55% (3,71 MPa.), con respecto al

100% (5,84MPa.) de la resistencia alcanzada por el bloque de hormigón convencional tipo B a pesar de que se dio esta reducción el bloque prototipo está dentro de la resistencia requerida.

Se obtuvo la desviación estándar de 0,35 y coeficientes de variación menores a 1 para todas las variables, lo que significa que los resultados fueron homogéneos y con un grado de dispersión bajo. Por lo que se determina que el porcentaje óptimo de partículas de caucho, es del 20 % respecto al volumen de árido fino utilizado en la mezcla, reportó la resistencia a la compresión deseada para la investigación.

Dentro del análisis de precios unitarios para elaboración de los bloques de hormigón convencionales y prototipo, se tiene que el bloque prototipo es más económico, esto se debe a que se reemplazó las partículas de caucho por árido fino obteniendo un valor inferior en ese rubro. El resto de materiales, mano de obra y equipo son similares.

El precio unitario de bloque de hormigón convencional tipo B para la dosificación planteada cuesta 0,39 centavos de dólar mientras que el prototipo cuesta 0,38 centavos de dólar, por lo que la factibilidad, costos, beneficios es adecuada por lo expuesto anteriormente.

Al realizar el análisis de precio se concluyó finalmente que hay un ahorro económico del bloque de hormigón prototipo con 20% de partículas de caucho con respecto al bloque convencional tipo B y que esta investigación es viable tanto en especificaciones técnicas, económicas y ambientales.

Finalmente, en esta investigación se demostró que el precio del bloque de hormigón prototipo es inferior y cumple la norma NTE INEN 3066, también ayuda a mitigar el impacto ambiental producido por la contaminación de los neumáticos vehiculares desechados y se recomienda iniciar un proceso de

normalización del bloque de hormigón prototipo expuesto.

Referencias

- [1] M. C. y. O. Gómez., «Influencia del agregado grueso reciclado de mampostería en el comportamiento del concreto.,» Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Bogotá, 2017.
- [2] Ministerio del Ambiente del Ecuador, «Instructivo para la Gestión Integral de Neumáticos Usados Acuerdo Ministerial 098,» Quito, 2015.
- [3] C. Torres., «Valoración de las propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho.,» Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito., 2014.
- [4] P. B. y. M. Viñán., «Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con partículas de caucho de neumáticos reciclados.,» Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2017.
- [5] O. Régil., «Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28kg/cm², caso específico fuerte-block máquinas #1 Y #2.,» Universidad de San Carlos de Guatemala., 2015.
- [6] P. B. y. M. Viñán., «Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con partículas de caucho de neumáticos reciclados.,» Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2017.
- [7] K. J. M. Iman, «Performance of crumb rubber concrete (CRC) prepared by water-soaking treatment method for rigid

- paviments,» de *Cement Concr. Compost*, 2015, pp. 106-116.
- [8] Hernandez, «Tecnología del concreto,» Lemoine, 2010, pp. 184-205.
- [9] R. Tulio, «Como hacer un proyecto de investigación.,» de *Técnicas de análisis.*, Caracas, Panapo, 1999, pp. 165-167.
- [10] L. P. J. Puerto, «Población y Muestra Técnicas de muestreo,» Universidad de Sevilla, 2001.
- [11] NTE INEN 3066, «Bloques de hormigón. Requisitos y métodos de ensayo,» Quito, 2016.
- [12] NTE INEN 696, «Aridos, análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso,» Quito, 2011.
- [13] NTE INEN 856, «Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido fino,» Quito, 2010.
- [14] NTE INEN 857, «Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del arido grueso,» Quito, 2010.
- [15] NTE INEN 858, «NTE INEN 0858, «Áridos. Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos,» Quito, 2010.
- [16] NTE INEN 855, «Áridos. Determinación de impurezas orgánicas en el árido fino para hormigón,» Quito, 2010.
- [17] NTE INEN 409, «Cementos hidráulicos compuestos. Requisitos,» Quito, 2011.
- [18] NTE INEN 872, «Aridos para hormigón,» Quito, 2011.

ANEXO 1.

Anexo1.1 Análisis de precios unitarios del bloque de hormigón convencional tipo B

NOMBRE DEL OFERENTE:		EDISON JAVIER LARA GUERRERO					
OBRA:		FABRICACION BLOQUES CONVENCIONALES TIPO B NO ESTRUCTURAL					
FECHA:		07/08/2018					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
RUBRO:		Fabricación de bloque convencional tipo B de 390mmx190mmx140mm					
UNIDAD:		u					
DETALLE:		RENDIMIENTO		70,00 u			
MATERIALES							
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO Unitario	COSTO Total	Porcentaje	
1	Agua	m ³	0,001	0,48	0,0003	0,08%	
2	Cemento 50 kg	50 kg	0,014	7,74	0,1106	34,34%	
3	Áridos	m ³	0,009	10,00	0,0900	27,95%	
PARCIAL M	M USD.				0,201	62,37%	
MANO DE OBRA							
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Porcentaje
4	Peón	2	3,51	7,02	0,0038	0,027	8,30%
5	Operador eq. liviano	1	3,55	3,55	0,0038	0,014	4,20%
PARCIAL O	USD.				0,040	12,50%	
EQUIPOS							
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNA L/HORA	COSTO	RENDIMIENTO	COSTO	Porcentaje
6	Bloquera	1	4,50	4,50	0,0114	0,0514	15,97%
7	Mezcladora	1	2,50	2,5	0,0114	0,0286	8,87%
8	Herramienta menor	1	0,08	0,08	0,0114	0,0009	0,28%
PARCIAL P	USD.				0,081	25,13%	
TRANSPORTE 0%							
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+O+P+T)						0,32	100,00%
COSTOS INDIRECTOS						20%	0,06
COSTO TOTAL DEL RUBRO						0,39	
VALOR OFERTADO						0,39	

Anexo 1.2 Análisis de precios unitarios bloque de hormigón prototipo 20% de partículas de caucho

NOMBRE DEL OFERENTE:		EDISON JAVIER LARA GUERRERO					
OBRA:		FABRICACION BLOQUES					
FECHA:		07/08/2018					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
RUBRO:		Fabricación de bloque Prototipo 20% partículas cacho de 390mmx190mmx140mm					
UNIDAD:		u					
DETALLE:		RENDIMIENTO		70,00 u			
MATERIALES							
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO Unitario	COSTO Total	Porcentaje	
1	Agua	m ³	0,001	0,48	0,0003	0,08%	
2	Cemento 50 kg	50 kg	0,014	7,74	0,1106	35,32%	
3	Áridos	m ³	0,0081	10,00	0,0810	25,88%	
9	Partículas de caucho	m ³	0,0009	0,00	0,0000	0,00%	
PARCIAL M	M USD.					0,192	61,29%
MANO DE OBRA							
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Porcentaje
4	Peón	2	3,51	7,02	0,0038	0,027	8,54%
5	Operador eq. liviano	1	3,55	3,55	0,0038	0,014	4,32%
PARCIAL O	USD.					0,040	12,86%
EQUIPOS							
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNA L/HORA	COSTO	RENDIMIENTO	COSTO	Porcentaje
6	Bloquera	1	4,50	4,50	0,0114	0,0514	16,43%
7	Mezcladora	1	2,50	2,5	0,0114	0,0286	9,13%
8	Herramienta menor	1	0,08	0,08	0,0114	0,0009	0,29%
PARCIAL P	USD.					0,081	25,85%
TRANSPORTE 0%							
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+O+P+T)						0,31	100,00%
COSTOS INDIRECTOS						20%	0,06
COSTO TOTAL DEL RUBRO						0,38	
VALOR OFERTADO						0,38	