

Elaboración de concreto para veredas utilizando residuos de construcción, vidrio, PET (Tereftalato de Polietileno), y bagazo de caña de azúcar (Saccharum Officinarum)

Paul Alexis Sisniegas Gálvez

Universidad Católica de Trujillo

<https://orcid.org/0000-0002-4611-6100>

p.sisniegas@uct.edu.pe

Viviano Paulino Ninaquispe Zare

Universidad Católica de Trujillo

<https://orcid.org/0000-0002-8735-4164>

v.ninaquispe@uct.edu.pe

Ascon Dionicio Gregorio Mayer

Universidad Nacional de Trujillo

<https://orcid.org/0000-0003-2275-6629>

gascon@unitru.edu.pe

Nilson Deonil Campos Vásquez

Universidad Nacional de Trujillo

<https://orcid.org/0000-0001-5625-3355>

ncampos@unitru.edu.pe

Oscar Daniel Vásquez Salazar

Universidad Nacional de Trujillo

<https://orcid.org/0009-0008-7154-2487>

ovasquez@unitru.edu.pe

José Laureano Vásquez Díaz

Universidad Nacional de Trujillo

<https://orcid.org/0009-0008-5520-4584>

jvasquezd@unitru.edu.pe

Resumen

La presente investigación “Elaboración de concreto para veredas utilizando residuos de construcción, vidrio, PET (Tereftalato de Polietileno), y bagazo de caña de azúcar (Saccharum Officinarum) cuyo objetivo fue elaborar un concreto para veredas utilizando residuos de construcción, vidrio, PET, y bagazo de caña de azúcar, sometiendo la resistencia a la compresión, mediante el diseño de mezclas, teniendo en cuenta la reutilización del vidrio, el comportamiento pulzonico del bagazo y la alta resistencia del PET, así mismo el trabajo de investigación es cuantitativa teniendo tres probetas con concreto experimental que después de 28 días fueron evaluadas en la probeta 1 se determinó 0% de materiales no convencionales, la probeta 2 se determinó el 1% de materiales no convencionales y la probeta 3 con el 4% de materiales no convencionales, los instrumentos utilizados en los ensayos según las normas de edificaciones y las herramientas de medición el cono de abrams, máquina de flexo-compresión, obteniendo resultados positivos en las probetas de muestreo siendo óptimo para la elaboración de un concreto para veredas.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, concreto para veredas, diseño de mezcla

Abstract

The present investigation "Preparation of concrete for sidewalks using construction waste, glass, PET (Polyethylene Terephthalate), and sugar cane bagasse (Saccharum Officinarum) whose objective was to prepare concrete for sidewalks using construction waste, glass, PET , and sugar cane bagasse, subjecting the resistance to compression, through the design of mixtures, taking into account the reuse of glass, the pulzonic behavior of bagasse and the high resistance of PET, likewise the research work is quantitative taking into account three specimens with experimental concrete that after 28 days were evaluated in specimen 1, 0% of non-conventional materials were determined, specimen 2 was determined to have 1% of non-conventional materials and specimen 3 with 4% of non-conventional materials. The instruments used in the tests according to the building standards and the measuring tools, the Abrams cone, flexo-compression machine, obtaining positive results in the sampling specimens, being optimal for the preparation of concrete for sidewalks.

Keywords: Compressive strength, sidewalk concrete, mix design

1. Introducción

Actualmente el crecimiento en el sector construcción genera una importante actividad económica en donde se utiliza toda clase de concreto, con diversos materiales como agregados finos (arena), agregados grueso (grava), cemento, agua, en otras circunstancias la adición de aditivos y acelerantes para la construcción de diversas obras. El consumo masivo de alimentos y no alimentos generan cantidad excesiva de residuos como plástico, vidrio, así como también los residuos de construcción que se generan de diversas obras como: inmobiliarias y otras edificaciones, en la utilización del bagazo que resulta de la producción de azúcar y también es utilizado en la elaboración del papel de acuerdo a la capacidad tecnológica de la empresa, los residuos que resultan de la

fabricación, consumo y utilización son la problemática que se evidencia en la actualidad siendo un contaminante del suelo, agua y aire afectando de forma directa al ecosistema.

Para mitigar la contaminación ambiental, es necesario reutilizar el PET (tereftalato depolietileno), vidrio, bagazo y materiales de construcción (escombros) para tener un concreto que presente la misma resistencia que un concreto tradicional, que pueda solucionar las necesidades de la sociedad, minimizando el riesgo ambiental.

Para Ayala et al. (2022), en su trabajo de investigación titulada Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable

usando parcialmente materiales reciclados como agregados: una revisión literaria, tiene como objetivo recopilar y discutir sobre el diseño en pavimentos, con el remplazo parcial de agregado grueso por agregados reciclados, como látex de caucho al 5 % y 8 % por peso de cemento, ceniza volante entre el 0 % y el 70 % por volumen del cemento, y fibra de carbono al 0.27 % y 0.4 % por peso de agregado grueso, enfocándose en múltiples parámetros como: “materiales residuales, coeficiente de permeabilidad, grado de porosidad y ensayos de laboratorio para el concreto permeable”. Los resultados muestran que la resistencia a la compresión varía entre 0.5 MPa y 97.3 MPa, resistencia a la tracción entre 1.6 MPa y 5.29 MPa y la permeabilidad entre 4.63 mm/s y 10.2 mm/s, donde el porcentaje idóneo del uso de ceniza volante para la obtención óptima de concreto permeable es hasta el 20 %, que, excediendo este porcentaje, afecta negativamente sus propiedades mecánicas.

Según Perez et al. (2022) en su trabajo de investigación titulada “Factores de emisión de concretos modificados con residuos de vidrio en reemplazo de los agregados finos”, manifiesta sobre la generación de residuos que es un problema para el medio ambiente, teniendo como objetivo el utilizar residuos de vidrio como reemplazo parcial de los agregados finos en la preparación de concretos y minimizar la contaminación ambiental. Se elaboraron diferentes

mezclas al 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 50% en peso de residuos de vidrio, utilizando especímenes cilíndricos de concreto de 0,15 m de diámetro y 0,3 m de longitud. Los resultados experimentales indicaron que el asentamiento disminuye con el aumento del porcentaje de vidrio. Se encontró que el mejor espécimen (20% de reemplazo) se evidenció el 5,5% en la resistencia a la compresión.

En lo económico y ambiental mostraron para este mismo espécimen un ahorro del 0,7% en el costo de la preparación y una disminución del 6,4% en las emisiones de dióxido de carbono en comparación con el concreto tradicional. Los resultados demuestran que los agregados finos pueden ser reemplazados por residuos de vidrio en la elaboración de concreto.

Según Silva y Delvasto (2021), en su trabajo de investigación titulada "Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes", la capacidad que tiene para llenar encofrados con alta densidad de aceros, para muros delgados armados sería solución al llenado incompleto de este tipo de elementos prefabricados. Los residuos de mampostería y agregado grueso reciclado de concreto proveniente de residuos de construcción como reemplazo del cemento (20 % en volumen) con el agregado grueso, respectivamente, daría un enfoque sostenible al concreto autocompactante. El objetivo fue

evaluar la influencia de las propiedades en estado fresco y estado endurecido (resistencia a la compresión, tracción indirecta y compresión diagonal de muretes) de concretos autocompactantes, las mezclas muestran que cuando se sustituye el cemento Portland y el agregado natural, respectivamente, los concretos pueden satisfacer los requerimientos de las directrices europeas. En estado endurecido lograron un desempeño aceptable en comparación con la mezcla de referencia. Todas las mezclas lograron una existencia a la compresión superior a los 21 MPa (28 días), adecuada para muros divisorios de casas.

Según Guerrero (2020) menciona en su tesis "Ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto", el bagazo es un residuo fibroso de la caña de azúcar que resulta del proceso de molienda de los tallos para extraer el jugo, lo que representa el 40%-45% de la caña, y también resulta el residuo agrícola con mayor proporción en todo el mundo.

Según Ceballos (2021), en su trabajo de investigación titulado "Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RC&D) Generados en la Universidad del Valle Sede Meléndez para la Fabricación de Adoquines", en el cual se identificaron los puntos de concentración de escombros, así como el proceso de preparación de agregados y elaboración de adoquines. realizando ensayos con el fin de evaluar su viabilidad al compararlos con los adoquines

tradicionales, tales como pruebas de: absorción de agua, densidad y resistencia a la flexotracción (módulo de rotura), obteniendo respectivamente los siguientes resultados: 3,52 %; 1608,21 kg m⁻³; 3,5 MPa (7 días). Se concluye que los agregados obtenidos por medio de la trituración de escombros (morteros, ladrillos y concretos) poseen un buen desempeño en adoquines.

Según Goncalves et. al (2017), en su trabajo de investigación Caracterización física y mecánica de ladrillos de suelo cemento con la incorporación de diversos residuos manifiesta que la industria de la utilización de residuos en la fabricación de ladrillos de suelo cemento es una alternativa ambientalmente sostenible y permite la recuperación de dichos residuos, en lugar de simplemente lanzarlos en

1.1. Metodología

La presente investigación es cuantitativa de tipo experimental, se utilizaron probetas de forma cilíndricas teniendo dimensión de 6x12 in.(150x300mm), se utilizó el diseño de mezclas, agregando un porcentaje de PET (tereftalato de polietileno), vidrio molido, bagazo y materiales de construcción para colocar en las probetas.

Teniendo tres probetas con concreto experimental que después de 28 días fueron evaluadas en la probeta 1 se determinó 0% de materiales no convencionales, la probeta 2 se determinó el 1% de materiales no convencionales y la probeta 3 con el 4% de materiales no convencionales, evaluando con la norma ASTM C 31 y C.E. 010

la naturaleza. En este trabajo, se analizó la influencia de la incorporación de cenizas del bagazo de la caña de azúcar, aserrín y PET en las características físicas y mecánicas de los ladrillos de suelo cemento. Los resultados mostraron que la incorporación de residuos (ceniza de bagazo y aserrín) al ladrillo de suelo

cemento mantiene las propiedades mecánicas globales, lo que permite la producción de ladrillos prensados más eficientes en la relación costo-beneficio, constituyendo, por lo tanto, una excelente alternativa para la utilización de estos materiales.

En el Perú según Ellen (2016) menciona en su artículo "The New Economy Plastic" que en Lima y el Callao se generan cerca de 886 toneladas de residuos plásticos que equivalen a un 46%.

después de 28 días de curación y la norma ASTM C 39, se efectuó el método estándar de prueba de resistencia a la compresión, los instrumentos utilizado para hallar los datos respectivos es el cono de Abrams para evaluar el concreto en fresco y la maquina flexo-compresión para analizar la resistencia a la compresión del concreto en estado rígido.

Para aplicar la metodología se verifico el volumen del recipiente, luego se vierte el concreto en las probetas aplicando desmoldante, llenando 1/3 de la probeta, con una varilla lisa (600x16 mm) de punta redondeada se uniformiza alrededor de toda la muestra 25 veces y con un

martillo de caucho proporcionar 10 a 15 golpes suaves, después llenar 2/3, 3/3 de la probeta realizando el mismo procedimiento, colocar mambretes en cada probeta para

distinguir esperando después 24 horas para desencofrar, realizar el curado, pasado las 28 días se realiza la rotura de las probetas analizando así los resultados.

2. Resultados y Discusión

Tabla 1

Grado de influencia a la compresión con y sin materiales no convencionales

Probeta	% de materiales no convencionales	Resistencia a la compresión
Patrón al 0%	0%	312.29 Kg/cm ²
Probeta al 2%	2%	292.87 Kg/cm ²
Probeta al 4%	4%	247.32 Kg/cm ²

Nota: Elaboración propia

Tabla 2

Mezcla proporcional de cemento, agregado fino, agregado grueso y materiales noconvencionales

Probeta	% de materiales no convencionales	Cantidad Cemento Kg.	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua Lt.	Materiales no convencional
Patrón 0%	0%	2.124 Kg	5.652 Kg.	6.084 Kg.	1.40 4 Lt.	0%
Probeta al 2%	2%	2.124 Kg	5.652 Kg.	5.963 Kg.	1.40 4 Lt.	0.121 Kg.
Probeta al 4%	4%	2.124 Kg	5.652 Kg.	5.840 Kg.	1.40 4 Lt.	0.244 Kg.

Nota: Elaboración propia

Los resultados obtenidos después de 28 días de curado para determinar la resistencia a la compresión de acuerdo a la norma

ASTM C31 y CE 010 se procedió a la rotura de las muestras de la probeta, obteniendo de la muestra patrón una resistencia a la

compresión de 312.29 Kg/cm² de resistencia, en la probeta con el 2% de materiales reciclados en remplazo del agregado grueso, haciendo la distribución de 0,5% de residuos de construcción, 0,5% de vidrio triturado, el 0,5% de PET (Tereftalato de polietileno), 0,5% de bagazo de caña de azúcar, teniendo una resistencia a la compresión de 292.87 Kg/cm², en la probeta con el 4% de materiales reciclados en remplazo del agregado grueso, haciendo la distribución de 1% de residuos de construcción, 1% de vidrio triturado, el 1% de PET (Tereftalato de polietileno), 1% de bagazo de caña de azúcar teniendo una resistencia a la compresión de 247.32 Kg/cm². Según la tabla 1, muestra la resistencia a la compresión de las probetas evaluadas comparándolas con la muestra patrón es menor a la resistencia mínima de 175 Kg/cm², en la probeta con el 2% disminuyo en un 19.42 Kg/cm² con respecto a la muestra patrón, en la probeta con el 4% disminuyo en un 64.97 Kg/cm² con respecto a la muestra patrón, teniendo en cuenta que los materiales reciclados utilizados es recomendable agregar cantidades menores al 10% de agregados evitando que la resistencia se vea afectado. Según Huertas (2019), en su trabajo de investigación "Análisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con la fibra de bagazo de caña", al analizar las propiedades de los materiales del concreto con agregado de bagazo de caña, la materia prima utilizada se adhiere al cemento teniendo un concreto con 0.6% de bagazo de caña de azúcar y 0.8% de capacidad

a la compresión, teniendo un material aceptable y alterno para incorporarse al concreto. Según Ezequiel (2021) en su tesis "Estudio de la resistencia a la compresión del concreto con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino" menciona que al agregar vidrio molido reciclado como sustituto del agregado fino, realizando diferentes muestras reemplazando parcialmente el agregado fino inicial de 0 %, 4%, 5% y 6%, realizándose ensayos de granulometría, contenido de humedad, masa unitaria suelta y compacta, densidad específica, absorción, utilizando moldes cilíndricos de 4" (10,26 cm) de diámetro y 8" (20,32 cm) de altura, lo cual fue realizado los ensayos para medir la capacidad de soportar la compresión de 28,14cm con 7 días de curado, teniendo como resultado el 6% de agregado de vidrio molido con una capacidad de soportar la compresión según el modelo patrón. Según Lector (2017), en su tesis de investigación titulada "Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote" teniendo como resultado en la preparación del concreto agregando plástico de reciclaje PET, desarrollando la confección concreto f'c: 210 Kg/cm² y 175 Kg/cm² a partir del plástico PET, agregando los insumos agregado grueso y fino en las probetas para comprobar la capacidad de compresión a los 7 días , 14 días, 28 días, teniendo como respuesta que agregando el 10% de plástico reciclado tiene mayor resistencia a la compresión.

3. Conclusiones

Se determinó en las 2 muestras de probeta que en la primera evaluación se utilizó el 0.5% de cada material en estudio, en la segunda muestra el 1% del material en estudio el uso de los materiales reciclados mejoró el costo para la

elaboración del concreto.

Se analizó la resistencia en la elaboración del concreto debido a que los materiales convencionales son óptimos para la elaboración y la construcción de viviendas.

4. Referencias

Huertas-Alarcon, L. y Martinez-Celis, P. (2019). Análisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con la fibra de bagazo de caña. Colombia. Universidad Católica de Colombia. 26

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23469/1/AN%C3%81LISIS%20>

[DE%20LAS%20PROPIEDADES%20ESTRUCTURALES%20DEL%20CONCRETO%20MODIFICADO%20CON%20LA%20FIBRA%20DE%20BAGAZO%20DE%20CA%C3%91A.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23469/1/AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20ESTRUCTURALES%20DEL%20CONCRETO%20MODIFICADO%20CON%20LA%20FIBRA%20DE%20BAGAZO%20DE%20CA%C3%91A.pdf)

[O%20MODIFICADO%20CON%20LA%20FIBRA%20DE%20BAGAZO%20DE%20CA%C3%91A.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23469/1/AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20ESTRUCTURALES%20DEL%20CONCRETO%20MODIFICADO%20CON%20LA%20FIBRA%20DE%20BAGAZO%20DE%20CA%C3%91A.pdf)

Lector, M. y Villarreal, E. (2017). Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote. Nuevo Chimbote. Universidad Nacional del Santa.

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2799/43457.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ezequiel D. y Rojas J. (2021). Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino. Bogotá. Universidad Católica de Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/27150/1/TRABAJO%20DE%20>

[GRADO%20%5B507406%20-%20507826%5D.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/27150/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20%5B507406%20-%20507826%5D.pdf)

Pérez, O., Felipe Arbelaez, Diosa, M. A., Pino, J. J. A., & Ciro, S. V. (2022).

Factores de emisión de concretos modificados con residuos de vidrio en reemplazo de los agregados finos. [Emission factors of modified concrete with glass in replacing of fine aggregates] Ingeniare : Revista Chilena De Ingenieria, 30(2), 368-377. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/factores-de-emisión-concretos-modificados-con/docview/2722403028/se-2>

Ceballos-Medina, S., González-Rincón, D. C., & Sánchez, J. D. (2021). Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RC&D) Generados en la Universidad del Valle Sede Meléndez para la Fabricación de Adoquines. [Construction and Demolition Waste (C&DW) Recycling Generated at the Universidad del Valle (Meléndez) for the Manufacture of Paving Stones Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (C&DW) Gerada na Universidad del Valle (Meléndez) para Fabricação de Pedras de Pavimentação] Revista Ion, 34(1), 27-35.

<https://doi.org/10.18273/revion.v34n1-2021003>

Ceballos-Medina, S., González-Rincón, D. C., & Sánchez, J. D. (2021). Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RC&D) Generados en la Universidad del Valle Sede Meléndez para la Fabricación de Adoquines. [Construction and Demolition Waste (C&DW) Recycling Generated at the

Universidad del Valle (Meléndez) for the Manufacture of Paving Stones Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (C&DW) Gerada na Universidad del Valle (Meléndez) para Fabricação de Pedras de Pavimentação] Revista Ion, 34(1), 27-35.

<https://doi.org/10.18273/revion.v34n1-2021003>

Silva-Urrego, Y., & Delvasto-Arjona, S. (2021). Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes. [Use of construction and demolition waste as supplementary cementitious material and recycled coarse aggregate in selfcompacting concrete] Informador Técnico, 85(1), 20-33.

<https://doi.org/10.23850/22565035.2502>

Gonçalves, J. E., Paixão, R. M., Judson Ricardo Ribeiro, d. S., Newton Cesar, F. A., da Silva, P. S., Maria de los

Angeles, Perez Lizama, Márcia, A. A., & Armando Alberto de, M. F. (2017). CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E

MECÂNICA DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DIVERSOS.

[Caracterización física y mecánica de ladrillos de suelo cemento con la incorporación de diversos residuos [Physical and mechanical characterization of cement floor bricks with the incorporation of various wastes]] Informe GEPEC, 21(2), 182-196.

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/caracterização-física-e-mecânica-de-tijolos-solo/docview/2016451172/se-2>

Jhon Emanuel Ayala-López, Gil-Ahumada, E., Cornejo-Ramos, R., & Sócrates Pedro Muñoz-Pérez. (2022). Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: una revisión literaria. [Methodologies to Produce Pervious Concrete Partially Using Recycled Materials as Aggregates: A Literature Review] TecnoLogicas, 25(53)

<https://doi.org/10.22430/22565337.2080>