



Adoquín vehicular de capacidad drenante con concha de manglar: un innovador material de construcción

Vehicular paver with drainage capacity with mangrove shell: an innovative construction material

Pavimentadora veicular com capacidade de drenagem com mangue: um material de construção inovador

Carlos Luis Valero Fajardo^I

cvalerof@ulvr.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3292-9327>

Geraldine Lilibeth Muñoz Florencia^{II}

gmunozf@ulvr.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3601-7157>

Mario Alejandro Reyes Ávila^{III}

mreyesa@ulvr.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5211-9431>

Correspondencia: cvalerof@ulvr.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de mayo de 2022 * **Aceptado:** 12 de junio de 2022 * **Publicado:** 27 de julio de 2022

- I. Ingeniero Civil, Magister en Arquitectura mención Planificación territorial y Gestión ambiental, Magister en Ingeniería Civil mención Construcción Civil Sustentable, Maestrando en Salud y Seguridad Ocupacional mención en Prevención de Riesgos Laborales, Doctorando en Administración Gerencial, Investigador Nacional acreditado y categorizado por la SENESCYT, Consultor Privado, Docente Investigador y Coordinador de Investigación en la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Evaluador par ciego de Yachana Revista Científica.
- II. Ingeniera Civil, graduada de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Investigadora independiente.
- III. Ingeniero Civil, graduado de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Investigador independiente.

Resumen

En la actualidad, debido a la importancia que posee la utilización de los recursos no renovables, se hace relevante la necesidad de la fabricación de nuevos materiales que minimicen el impacto al ecosistema. Esta investigación tiene como objetivo utilizar agregados a partir de la concha de manglar para la elaboración de un adoquín vehicular con características drenantes para la ciudad de Guayaquil. Para lo cual, se realizó un tamizaje previo en la elaboración de diez muestras para la fabricación del adoquín. Este material ecológico fue sometido a pruebas de laboratorio de compresión e infiltración, estas diez muestras contienen inicialmente variaciones porcentuales que van del 10% al 100% de contenido de concha, en el peso total usado para cada muestra, tanto para las pruebas de resistencia, así como para infiltración, del referido procedimiento se prosiguió a redimensionar los porcentajes a escalas del 0.1% de contenido de concha para el cumplimiento de las normas establecidas. Los resultados obtenidos demuestran que este noble material natural se inscribe en el cumplimiento de la Norma NTE INEN 1488 en el caso de la compresión exigida, así como en el caso de la Norma ASTM C1701 para la infiltración.

Palabras Clave: Recursos renovables; ecosistema; materiales ecológicos de construcción; adoquín; concha de manglar; resistencia del adoquín a compresión.

Abstract

Currently, due to the importance of the use of non-renewable resources, the need to manufacture new materials that minimize the impact on the ecosystem becomes relevant. The objective of this research is to use aggregates from the mangrove shell for the elaboration of a vehicular paver with drainage characteristics for the city of Guayaquil. For which, a preliminary screening was carried out in the preparation of ten samples for the manufacture of the cobblestone. This ecological material was subjected to compression and infiltration laboratory tests, these ten samples initially contain percentage variations ranging from 10% to 100% of shell content, in the total weight used for each sample, both for resistance tests, as well as for infiltration, the aforementioned procedure continued to resize the percentages to scales of 0.1% of shell content for compliance with the established standards. The results obtained show that this noble natural material is in compliance with the NTE INEN 1488 Standard in the case of the required compression, as well as in the case of the ASTM C1701 Standard for infiltration.

Keywords: renewable resources; ecosystem; ecological building materials; cobble; mangrove shell; paver resistance to compression.

Resumo

Atualmente, devido à importância do uso de recursos não renováveis, torna-se relevante a necessidade de fabricação de novos materiais que minimizem o impacto no ecossistema. O objetivo desta pesquisa é utilizar agregados da concha de mangue para a elaboração de uma pavimentadora vehicular com características de drenagem para a cidade de Guayaquil. Para isso, foi realizada uma triagem preliminar na preparação de dez amostras para a fabricação do paralelepípedo. Este material ecológico foi submetido a testes laboratoriais de compressão e infiltração, essas dez amostras inicialmente contêm variações percentuais que variam de 10% a 100% do teor de casca, no peso total utilizado para cada amostra, tanto para testes de resistência, quanto para infiltração, o referido procedimento continuou a redimensionar os percentuais para escalas de 0,1% de teor de casca para atendimento aos padrões estabelecidos. Os resultados obtidos mostram que este nobre material natural está em conformidade com a norma NTE INEN 1488 no caso da compressão necessária, bem como no caso da norma ASTM C1701 para infiltração.

Palavras-chave: Recursos Renováveis; ecossistema; materiais de construção ecológicos; godo; concha de mangue; resistência à compressão da pavimentadora.

Introducción

La historia del adoquín está ligada directamente con el crecimiento de las ciudades y el desarrollo vial que estas llegan a tener, viene del árabe *ad-dukkân* y su traducción es “piedra escuadrada”. El concreto utilizado para la elaboración del adoquín consta de una mezcla de cemento, áridos, agua y aditivos de ser necesarios, siguiendo el diseño de la mezcla según la normativa INEN 152 (INEN, 1986). Para su composición puede ser usado un solo tipo de concreto o varios, cuando el adoquín presenta una cara con algún diseño, bien sea color o textura.

En la actualidad, la utilización de recursos no renovables y su incidencia en el impacto ambiental es algo que preocupa a la población, por ello, se evidencia la innovación en la fabricación de nuevos materiales, que permita una minimización en el consumo de estos recursos limitados, esto ha provocado la necesidad de orientar esta búsqueda hacia nuevas tecnologías y metodologías de

trabajo en la utilización de componentes reutilizables, por cuanto el uso de estos incide en la reducción de costos, tanto ambientales como financieros, por consiguiente, constituye una solución para el manejo de desechos derivados de la concha de manglar (Valero, 2021).

El sector de fabricación de bloques y adoquines es parte de la industria de la construcción. Se pudo observar que esta industria tuvo su pico más alto en el año 2014 con una producción de \$7062 millones de dólares, para el año 2016 se contrajo en un 10.5%, alcanzando una producción de \$6324 millones de dólares (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2017).

Se conoce que la utilización de la concha de manglar es una opción viable, ya que básicamente la influencia de su concentración incide en las propiedades mecánicas del adoquín vehicular, una vez establecidos los parámetros óptimos para su fabricación, proceder a la comparación con las mezclas tradicionales. De esta manera, se pueden determinar especificaciones y propiedades mecánicas, especialmente la capacidad drenante de este material para aplicaciones de tránsito vehicular liviano; si bien es cierto la utilización de la concha de manglar permite el aprovechamiento de un subproducto con valor agregado; que trae consigo ventajas socioeconómicas para la fabricación de adoquines, es necesario que los parámetros determinados sigan los lineamientos establecidos por las normativas que rigen este tipo de aplicaciones, con la finalidad de establecer su idoneidad.

Aunque la utilización de las conchas puede darse de diferentes maneras, por ejemplo, su uso como árido ligado a los morteros (con cemento, cal o arcilla, ligantes acordes con los principios de bioconstrucción), hormigones (orientado al uso en cimentaciones, zonas portuarias, pavimentos articulados porosos) y también mezclas bituminosas (González, et al., 2017), se desconoce su durabilidad a largo plazo en lugares donde no implementen su correcta utilización o mantenimiento ya que se trata de algo innovador que requiere constante cuidado.

En países desarrollados como Estados Unidos, México, entre otros se utilizan con mucho éxito concretos permeables o porosos que constituyen una atractiva alternativa de construcción en ciudades potencialmente sostenibles; un pavimento poroso consiste en la infiltración de grandes volúmenes de agua hacia el subsuelo en lapsos de tiempo muy cortos. La caracterización de estos materiales porosos implica la realización de ensayos de compresión y permeabilidad de acuerdo con las normas ACI y ASTM (Campuzano et.al, 2016). En la actualidad, los sistemas de drenaje sostenibles (SUDS) son un elemento fundamental para la ingeniería civil que es el desarrollo sostenible y su aplicación en el sector de la construcción.

Los SUDS se enmarcan básicamente en el uso de las técnicas de gestión de aguas pluviales y planeamiento urbano que apuntan a reproducir y/o restituir los procesos hidrológicos previos al desarrollo urbanístico (infiltración, filtración, almacenamiento, laminación, evapotranspiración), minimizando estratégicamente los impactos en cuanto a la cantidad y calidad de escorrentía en el paisaje urbano (Fundación CONAMA, 2018).

El objetivo de esta investigación es elaborar un adoquín vehicular por medio de la incorporación de concha de manglar como agregado, para el incremento de su capacidad drenante. Esto genera en el mercado una opción de material de construcción moderno e innovador, que supera lo convencional y apunta a tener mejores beneficios, así como también; reducir el impacto sobre el medio ambiente.

3. Materiales y Métodos

Las técnicas adoptadas consisten en la experimentación a partir de ensayos de laboratorio, mediante los cuales se manipula el contenido de las mezclas que conforman el adoquín vehicular, para poder determinar el comportamiento de las propiedades mecánicas y filtrantes de las muestras resultantes. Entre los ensayos propuestos se tienen la determinación de la resistencia (kg/cm^2) y la determinación de la infiltración de los adoquines con adición de concha de manglar (mL/s). La metodología para los ensayos de compresión se ilustra en la figura 1.

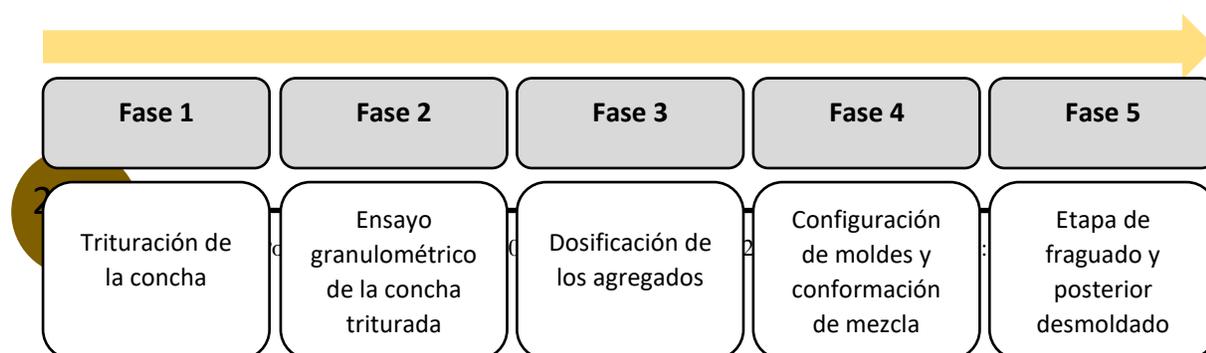


Figura 1. Metodología de la elaboración del adoquín y sometimiento a ensayos.

La población objeto de estudio está constituida de 10 muestras de adoquín, las cuales poseen una variación porcentual en el peso del contenido de concha de manglar triturada y también el peso de la piedra. Es necesario acotar que la ponderación del contenido de piedra y concha de manglar parte de la composición de piedra, cuya composición se muestra en la tabla 1. Es necesario recalcar que la relación de cemento y piedra es de 1:4 y el peso de la muestra de cemento es de 934 g y de piedra corresponde a 1132 g.

Tabla 1: Relación en el peso de la dosificación del adoquín

Material	Contenido
----------	-----------

Cemento	934 g
Piedra	4528 g
Agua	40%

A partir de esta composición se procede a calcular el porcentaje, tanto de piedra como de concha de manglar para su posterior ensayo, las composiciones de dichas muestras diseñadas para los diferentes ensayos, que contienen diferente porcentaje de piedra y concha de manglar triturada, se proponen a continuación en la tabla 2.

Tabla 2: Diseño de las mezclas con variación en su peso para los ensayos

Material	Relación 10-90	Relación 20-80	Relación 30-70	Relación 40-60	Relación 50-50
	%	%	%	%	%
Piedra	4075.00 g	3622.40 g	3169.60 g	2716.80 g	2264.00 g
Concha	453.00 g	905.60 g	1358.40 g	1811.20 g	2264.00 g
Total	4528.00 g				
	Relación 60-40	Relación 70-30	Relación 80-20	Relación 90-10	Relación 100-0
	%	%	%	%	%
Piedra	1811.20 g	1358.40 g	905.60 g	453.00 g	0.00
Concha	2716.80 g	3169.60 g	3622.40 g	4075.00 g	4528.00 g
Total	4528.00 g				

Para la realización de los ensayos de infiltración, se realizaron ensayos de forma manual, en la cual se establece el tiempo de medición de referencia y la cantidad de agua a la cual fue sometido el adoquín, Los ensayos de infiltración se realizaron en base a criterios contemplados en la norma (ASTM C1701, 2017). Los valores de referencia se detallan en la tabla 3:

Tabla 3: Tiempo y volumen de agua establecidos

% Concha	Tiempo (s)	Volumen de agua (mL)
10	15	1500
20	14	1500
30	13	1500
40	11	1500
50	11	1500
60	10	1500
70	10	1500
80	9	1500
90	7	1500
100	7	1500

4. Análisis y discusión de los Resultados

5. Resultados preliminares de los ensayos de compresión

Los resultados de la resistencia a la compresión, expresada en kg/cm^2 , que están definidas como función del porcentaje de concha de manglar presente en el adoquín, se obtienen a partir de los ensayos respectivos los cuales se tabulan en la tabla 4, donde claramente se muestra la tendencia de la resistencia del adoquín como el resultado directo de la variación del porcentaje de concha.

Tabla 4: Resistencia del adoquín vehicular resultante

% Concha	Tiempo (s)	Volumen de agua (mL)	Resistencia (kg/cm^2)
10	15	1500	139.00
20	14	1500	105.00
30	13	1500	87.00
40	11	1500	84.00
50	11	1500	74.00
60	10	1500	62.00

70	10	1500	57.00
80	9	1500	46.00
90	7	1500	40.00
100	7	1500	41.00

El comportamiento o tendencia de la resistencia del adoquín vehicular se la puede observar a través de la figura 2, donde se verifica la relación directa entre el porcentaje de concha de manglar y la resistencia.

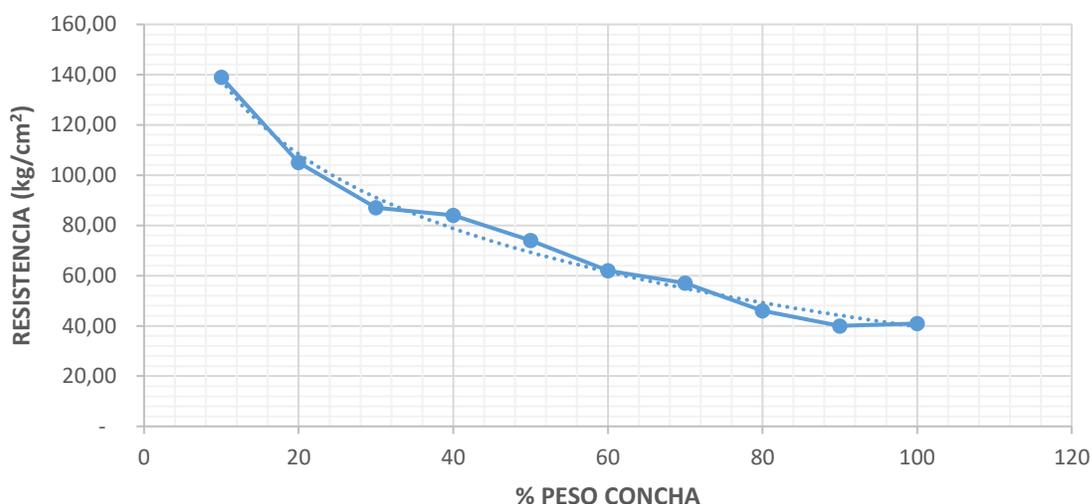


Figura 2. Representación de la resistencia del adoquín como función del porcentaje (peso) de concha.

3.2 Resultados preliminares de los ensayos de infiltración

La infiltración producida en los adoquines, la cual está dada en mL/s, se la define como una función directa del porcentaje de cocha contenida en el adoquín. En dichos resultados se puede observar el comportamiento de la infiltración como producto de la variación del porcentaje presente en la mezcla, lo cual se detalla a continuación en la tabla 5.

Tabla 5: Infiltración del adoquín vehicular resultante

% Concha	Tiempo (s)	Volumen de agua (mL)	Infiltración (mL/s)
10	15	1500	100.00
20	14	1500	107.14
30	13	1500	115.38
40	11	1500	136.36
50	11	1500	136.36
60	10	1500	150.00
70	10	1500	150.00
80	9	1500	166.67
90	7	1500	214.29
100	7	1500	214.29

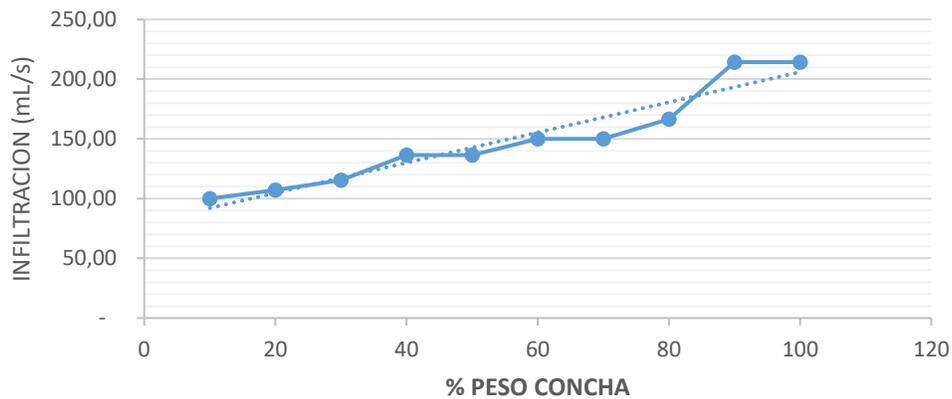


Figura 3. Gráfica de la infiltración del adoquín como función del porcentaje de concha.

El comportamiento observado en la infiltración del adoquín vehicular como resultado de la variación del porcentaje de concha de manglar presente en el adoquín, se representa en la figura 3. Debido a que no se obtuvo de forma exacta la proporción en la cantidad de concha de manglar que produzca los niveles de resistencia e infiltración necesarios, se procede a obtener dichos valores por medio de la extrapolación a partir de la curva obtenida mediante la expresión matemática calculada, en base de regresiones tanto logarítmica en el caso de la resistencia, así como de regresión lineal para el caso de la infiltración, para lo cual se plantea el análisis matemático:

Variable independiente \rightarrow x: % concha

Variable dependiente 1 \rightarrow y1: Resistencia

Variable dependiente 2 \rightarrow y2: Infiltración

Donde se tiene que $y1 = f(x)$; $y2 = f(x)$

A partir de los valores obtenidos de los ensayos experimentales, y mediante regresiones logarítmicas y lineales, así como de aproximaciones, se tienen las expresiones para la resistencia e infiltración respectivamente:

$$y1 = -42 * \ln(x) + 236.17 \quad [\text{kg/cm}^2] \quad (1)$$

$$y2 = 1.2664 * x + 79.398 \quad [\text{mL/s}] \quad (2)$$

Por medio de las expresiones (1) y (2), se pueden calcular nuevos valores de resistencia, así como de infiltración según el valor de x (porcentaje de concha) elegido.

Para los ensayos preliminares se usaron muestras que iban desde el 10% hasta el 100% de contenido de concha en el peso total de la muestra, se procede a obtener nuevos valores de y1 (resistencia), así como de y2 (infiltración) pero ahora desde el 1% hasta el 10% del peso total de la muestra, los cuales se tabulan a continuación:

Tabla 6: Valores de y1 y y2 a partir de valores de x con porcentajes del 1% del peso total de la muestra

% Concha	Tiempo (s)	Volumen de agua (mL)	Infiltración (mL/s)	Resistencia (kg/cm^2)
1	18.60	1500	80.66	236.17
2	18.31	1500	81.93	207.06
3	18.03	1500	83.20	190.03
4	17.76	1500	84.46	177.95
5	17.50	1500	85.73	168.57
6	17.24	1500	87.00	160.92
7	16.99	1500	88.26	154.44
8	16.75	1500	89.53	148.83
9	16.52	1500	90.80	143.89
10	16.29	1500	92.06	139.46

Se procede a representar gráficamente las tendencias tanto de la resistencia, así como de la infiltración, ambas como una función del porcentaje de concha en el total del peso de la muestra, dichas gráficas se muestran a continuación en las figuras 4 y 5 respectivamente.

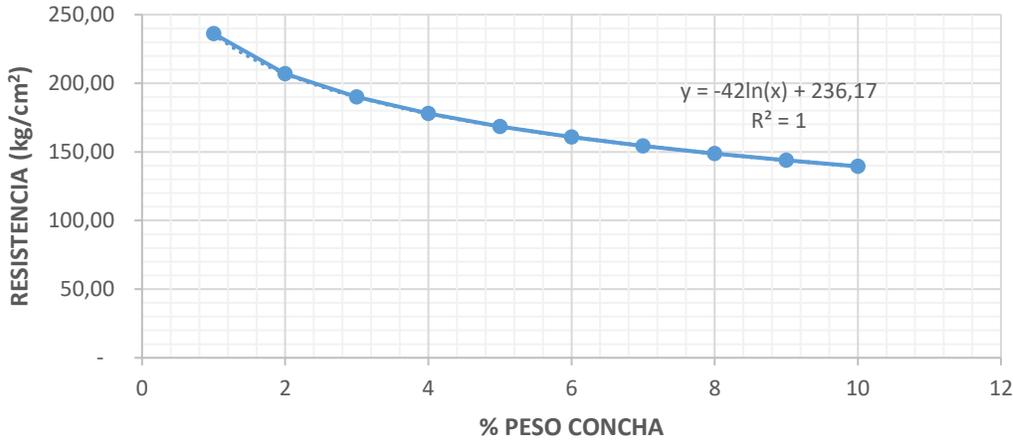


Figura 4. Resistencia del adoquín como función del peso porcentual de la concha en el total de la muestra

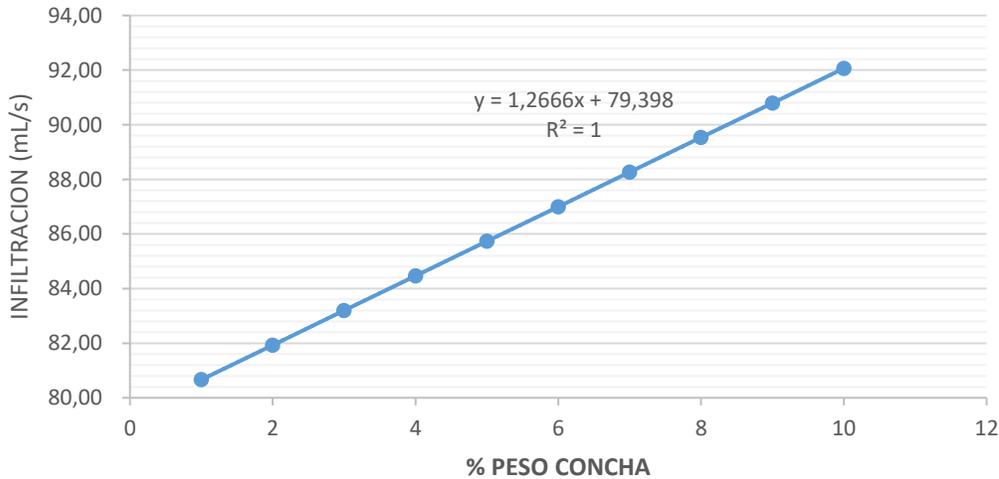


Figura 5. Infiltración del adoquín como función del porcentaje del peso de la concha contenido en la muestra

Una vez analizado el comportamiento de las variables y_1 y y_2 , se puede observar que el punto de interés se encuentra próximo al 1% del peso de concha contenido en la muestra (Tabla 6), por lo

que se procede nuevamente a calcular, pero ahora desde el 0.1% hasta el 1%, dichos valores se detallan en la tabla 7.

Tabla 7: Valores de y1 y y2 a partir de valores de x con porcentaje del 0.1%

% Concha	Tiempo (s)	Volumen de agua (mL)	Infiltración (mL/s)	Resistencia (kg/cm ²)
0.1	18.86	1500	79.52	332.88
0.2	18.83	1500	79.65	303.77
0.3	18.80	1500	79.78	286.74
0.4	18.77	1500	79.90	274.65
0.5	18.74	1500	80.03	265.28
0.6	18.71	1500	80.16	257.62
0.7	18.68	1500	80.28	251.15
0.8	18.65	1500	80.41	245.54
0.9	18.62	1500	80.54	240.60
1.0	18.60	1500	80.66	236.17

Se puede observar que los valores correspondientes tanto a la resistencia, así como a la infiltración, son obtenidos con una mejor exactitud, debido al valor proporcionado por la variable independiente (0.1 % de concha), la tendencia de dichas dinámicas se representa en las figuras 6 y 7.

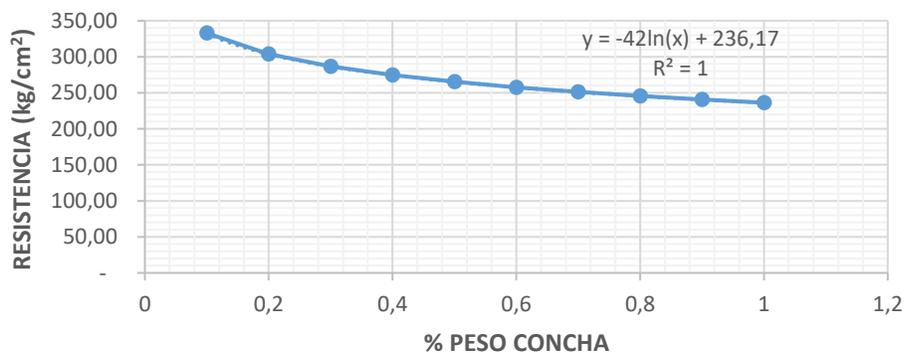


Figura 6. Resistencia del adoquín en función del porcentaje del peso de la concha con valores del 0.1%.

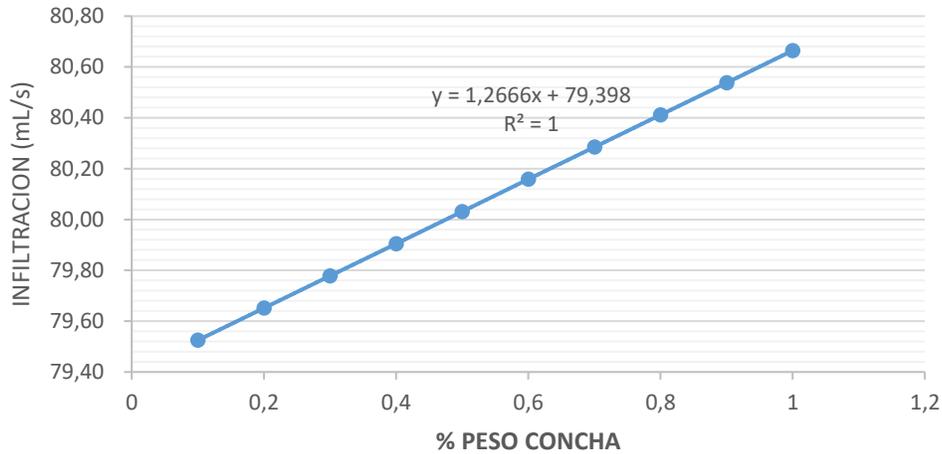


Figura 7. Infiltración del adoquín como función del porcentaje del peso de la concha con valores del 0.1%.

6. Discusión

Los resultados muestran una relación directamente proporcional entre el porcentaje de concha de manglar y la velocidad de infiltración proporcionada en mililitros de agua por segundo (mL/s), este comportamiento permitió establecer la dinámica de la infiltración producida por medio de una aproximación lineal, lo que permite no sólo establecer los valores óptimos dentro del estudio, sino de interpolar los resultados para determinar el nivel de infiltración requerida por medio del porcentaje de concha de manglar necesitado para tal efecto (ver figura 8).

En vista de que no se obtuvieron los resultados deseados, debidos principalmente a la exactitud de los valores obtenidos a partir de los ensayos, se procedió a la extrapolación de la curva antes descrita en la sección 3.3, por medio de ésta se construye una nueva tabla de resultados, entre los cuales se pudo llegar a los valores deseados (tabla 7), lo que permitió establecer el valor óptimo de la infiltración para el adoquín basado en concha de manglar.

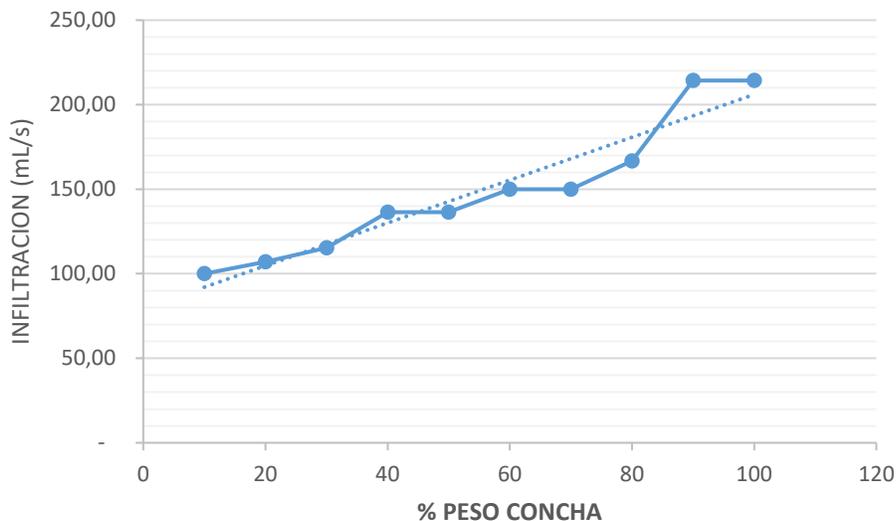


Figura 8. Aproximación del comportamiento drenante del adoquín de concha de manglar.

El valor contemplado para el límite de compresión y que se encuentra establecido en la Norma (NTE INEN 1488, 1987) se detalla en la Tabla 8 a continuación, en la misma se especifica el valor correspondiente a la compresión exigida para un adoquín vehicular tradicional.

Tabla 8: Clasificación de tránsito y tipo de adoquín

Tipo de uso	No. de vehículos por día mayores de 3Tn brutas	Equivalente de de repeticiones por eje después de 20 años de servicio	total deForma estándarrecomendada del adoquín	Resistencia característica (MPa) compresión a los 28 días
Peatonal	0	0	A, B, C	(20)
Estacionamiento y calles residenciales	0-150	0-4,5 x 10 ⁵	A, B, C	(30)
Camino secundarios y calles principales	150- 1500	4,5 x 10 ⁵ -4,5 x 10 ⁶	A	(40)

Nota: 1 MPa = 10 kg/cm² aproximadamente

Como se puede observar en la tabla 8, el valor exigido para la compresión de un adoquín vehicular corresponde a 30 MPa (306.3 kg/cm²), y lo obtenido por la extrapolación en la curva diseñada para el efecto, resulta en 332.88 Kg/ cm², que corresponde a una concentración de concha de manglar del 0,1% en el peso total de la muestra.

La concentración del 0.1 % del peso del adoquín, de concha de manglar presente en el adoquín vehicular equivale a la resistencia de compresión de 32.6 MPa, que se aproxima a lo que exige la Norma (NTE INEN 1488, 1987), se realiza la comparación entre el adoquín obtenido en el laboratorio con los adoquines comerciales ya sea el de tipo holandés o Rocafuerte, lo antes descrito se resume en la tabla a continuación:

Tabla 9: Comparación entre adoquines vehiculares tradicionales vs. Adoquín basado en concha de manglar

Tipo de uso	Resistencia característica a Norma NTE INEN 1844 (MPa)	Resistencia característica del adoquín holandés modelo 350 (MPa)	Resistencia característica del adoquín Rocafuerte modelo AD-2 (MPa)	Resistencia característica del modelo obtenido a partir de ensayos (MPa)
Estacionamiento y calles residenciales	30	34,28	30	32,6

Nota: 1 MPa = 10.21 kg/cm²

Fuente: NORMA INEN 1488

7. Conclusiones

Se logró elaborar un adoquín vehicular con capacidad drenante al incorporar la concha de manglar como agregado, residuo que; al ser usado como material de construcción, reduce cargas de contaminación en el medio ambiente.

Se evidenció que existe un comportamiento inversamente proporcional entre el aumento de la capacidad drenante por el uso de la concha de manglar y la resistencia del adoquín vehicular, sin embargo; se determinó un punto de equilibrio entre estas dos características.

Se realizó una comparación entre la propuesta con el adoquín tradicional dando como resultado que, al incorporar concha de manglar en 0.1% del peso de la muestra como agregado, no se perjudican las características mecánicas; puesto que se cumple lo especificado en la norma NTE INEN 1488, resistencia a compresión de 32.6 MPa.

Se comprobó que el 0.1% del peso de concha de manglar en el adoquín vehicular es el porcentaje óptimo, este incrementa la velocidad de infiltración dada en unidad de mililitros de agua por segundo (mL/s), debido a que la relación de vacíos aumenta y con ella la porosidad.

Se reconoce que la capacidad drenante del adoquín vehicular por la concha de manglar, reduciría los estancamientos de aguas lluvias a nivel de calzada en vías adoquinadas, al tiempo que; incrementaría los niveles de servicio en dichas vías; todo esto en aras de un bienestar socio-medioambiental.

Referencias

1. ASTM Internacional. (2017). Método de prueba estándar para la tasa de infiltración. Recuperado de <https://swmpave.com/wp-content/uploads/2017/08/ASTM-1701.pdf>
2. Campusano, L., Sánchez, C., Medina, Y., Feijoo, E., Guaman, F., Quezada, S., Jaramillo, L. y Marín, B. (2016). Concreto poroso: la morfología y granulometría apropiada de los agregados que brinde una adecuada relación permeabilidad y resistencia. En K. Lozano (Ed.), Segundo Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología (p. 56), Machala, Ecuador: Ediciones UTMACH. Recuperado de <https://investigacion.utmachala.edu.ec/es/wp-content/uploads/2017/07/congreso-2016-1.pdf>
3. CONAMA (2018). Agua y ciudad sistemas urbanos de drenaje sostenible. Recuperado de http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/STs%202018/10_preliminar.pdf

4. Fernández, H. y Trapote, A. (2019). Sistemas urbanos de drenaje sostenible. Aplicación a una zona urbana de Alicante. En J. Melgarejo (Ed.), Congreso nacional del agua Orihuela (pp. 1619-1635), Alicante, España: Edición Universidad de Alicante. Recuperado de <https://doi.org/10.14198/Congreso-Nacional-del-Agua-Orihuela-2019>
5. González, B., Carro, D., Martínez, F., Martínez, C., Seara, G., Pérez, J., y Recarey, M. (4 de mayo de 2017). Valorización de las conchas de bivalvos gallegas en al ámbito de la construcción (BIOVALVO). Recuperado de <https://proyectobiovalvo.wordpress.com/>
6. NTE INEN (1987). Adoquines: Requisitos. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.1488.1987/page/n3/mode/2up>
7. Prefabricados de la Jara (21 de enero de 2019). Historia de los adoquines. La evolución del pavimento [Mensaje en un Blog]. Recuperado de <https://www.prefabricadosjara.com/historia-de-los-adoquines-la-evolucion-del-pavimento/>
8. Superintendencia de Control del Poder de Mercado. (2017). Informe Especial de Bloques y Adoquines. Recuperado de <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/Estudio-Adoquines-Versin-Pblica.pdf>
9. Valero Fajardo, C. L. (2021). Gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del cantón Vinces (Master's thesis, Guayaquil: ULVR, 2021.). https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=wyNMhn8A AAAJ&citation_for_view=wyNMhn8AAAAJ:W7OEmFMylHYC