



Influencia de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la reparación de fisuras en concretos con a/c de 0.45 y 0.50

Influence of the *Bacillus Subtilis* bacteria on the repair of cracks in concrete with a/c of 0.45 and 0.50

Influência da bactéria *Bacillus Subtilis* na reparação de fissuras em concreto com a/c de 0.45 e 0.50

ARTÍCULO ORIGINAL

Max Huaynalaya Rashuaman

mhuaynalayar@uni.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-8956-2194>

Universidad Nacional de
Ingeniería,
Lima – Perú

Juan Antonio Herradda Montagne

jaherraddam@uni.pe

<https://orcid.org/0009-0009-7886-4099>

Universidad Nacional de
Ingeniería,
Lima - Perú

Heddy Marcela Jiménez Yabar

hjimenez@uni.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-1722-6615>

Universidad Nacional de
Ingeniería,
Lima – Perú

José Manuel Zapata Samata

jcc@uni.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0007-7455-8559>

Universidad Nacional de
Ingeniería,
Lima – Perú

Recibido 15 de Marzo 2024 | Arbitrado y aceptado 20 de Marzo 2024 | Publicado el 04 de Abril 2024

RESUMEN

Las fisuras en el concreto representan un enorme problema para las estructuras debido a que, son un acceso mediante el cual se puede introducir algún tipo de agente que puede dañar al acero interior; en obras en las que es importante el flujo o almacenamiento del agua podrían generarse pérdidas por infiltración y en elementos de concreto en general las fisuras tienden a reducir la resistencia y durabilidad del mismo. En todos los casos las fisuras, de no ser tratadas a tiempo, tienden a acrecentarse y esto solo hace que la situación referente a las mismas sea más crítica.

Debido al problema antes mencionado la presente investigación plantea determinar la influencia de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la reparación de fisuras en concretos con a/c de 0.45 y 0.50. Para este fin se realizaron diseños de mezcla patrón y adicionados, tomando en cuenta una proporción de bacterias para cada a/c.

Palabras clave: Concreto, *Bacillus Subtilis*, Fisuras, Reparación, Agua/Cemento

ABSTRACT

Cracks in concrete represent a huge problem for structures because they are an access through which some type of agent can be introduced that can damage the interior steel; In works where the flow or storage of water is important, losses due to infiltration could be generated and in concrete elements in general, cracks tend to reduce its resistance and durability. In all cases, the cracks, if not treated in time, tend to increase and this only makes the situation regarding them more critical. Due to the aforementioned problem, this research aims to determine the influence of the *Bacillus Subtilis* bacteria in the repair of cracks in concrete with w/c of 0.45 and 0.50. For this purpose, standard and additive mixture designs were carried out, taking into account a proportion of bacteria for each a/c.

Keywords: Concrete, *Bacillus Subtilis*, Cracks, Repair, Water/Cement

RESUMO

As fissuras no concreto representam um grande problema para as estruturas porque são um acesso através do qual pode ser introduzido algum tipo de agente que pode danificar o aço interior; Em obras onde o escoamento ou armazenamento de água é importante podem ser geradas perdas por infiltração e nos elementos de concreto em geral as fissuras tendem a reduzir sua resistência e durabilidade. Em todos os casos, as fissuras, se não forem tratadas a tempo, tendem a aumentar e isso só torna a situação delas mais crítica.

Devido ao problema supracitado, esta pesquisa tem como objetivo determinar a influência da bactéria *Bacillus Subtilis* no reparo de fissuras em concreto com a/c de 0,45 e 0,50. Para isso foram realizados projetos de misturas padrão e aditivas, levando em consideração uma proporção de bactérias para cada ar condicionado.

Palavras-chave: Concreto, *Bacillus Subtilis*, Fissuras, Reparação, Água/Cimento

1. INTRODUCCIÓN

El concreto es un material que posee una enorme trabajabilidad y una excelente resistencia a la compresión, debido a estos motivos este material se ha convertido en uno de los más utilizados en el sector construcción para la creación de estructuras a pequeña, mediana y gran escala a nivel mundial. Sin embargo, la calidad y durabilidad final de las estructuras de concreto puestas en marcha dependen de una cadena de elaboración que parte desde la calidad de los insumos y continúa con el diseño, vaciado, colocación y curado. A lo largo del tiempo, el concreto se deteriorará dependiendo estrictamente de los parámetros de durabilidad y curado que este haya recibido al momento de su elaboración, este deterioro genera pequeñas fisuras en el elemento, que de no ser controladas adecuadamente pueden generar grietas en el futuro. Estas grietas permiten el paso de los agentes externos a el acero de refuerzo embebido con el concreto, dañando en gran medida la calidad y resistencia del elemento en general.

Ante este problema, se propone el uso de una adición de bacterias a la mezcla de concreto en su proceso de producción, con la finalidad de que estas produzcan carbonato de calcio mediante un proceso biológico que va de la mano con el consumo de una fuente de calcio. Se evaluará el efecto de esta producción de carbonato de calcio en las propiedades físicas y el porcentaje de cierre de las fisuras para mezclas de concreto con una relación a/c de 0.45 y 0.50.

2. MATERIALES Y DISEÑO DE MEZCLA

En la presente investigación se hizo uso de Cemento Portland de la marca Sol Tipo I, agua de la red, agregado fino y agregado grueso de la cantera Trapiche. Las propiedades del cemento y agregados se muestran a continuación.

Cuadro 1. Propiedades del Cemento SOL Tipo I.

Fuente: (UNACEM, 2021).

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO SOL	REQUISITOS NTP-334.009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	323	Mínimo 260
Densidad	g/cm ³	3.13	No específica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	303	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	382	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	449	Mínimo 285 (*)
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	129	45 a 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	2.9	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.9	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C2S	%	12	No específica
C3S	%	55	No específica
C3A	%	10	No específica
C4AF	%	10	No específica

(*) Requisito opcional

Cuadro 2. Propiedades del Agregado Fino.

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo	Unidad	Agregado Fino	NTP 400.037 (2021)
Contenido de humedad	%	1	-
Durabilidad	%	6,23	15% máx
PUS	kg/m ³	1662	-
PUC	kg/m ³	1786	-
Malla 200	%	4,34	3% máx
Peso específico	kg/m ³	2650	-
Impurezas orgánicas	-	No presenta	No debe presentar

Cuadro 3. Propiedades del Agregado Grueso.
Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo	Unidad	Agregado Grueso	NTP 400.037 (2021)
Contenido de humedad	%	0,43	-
Durabilidad	%	1,99	18% máx
PUS	kg/m ³	1387	-
PUC	kg/m ³	1514	-
Malla 200	%	0,27	1% máx
Peso específico	kg/m ³	2680	-
Abrasión	%	16,48	50% máx

En los gráficos 1 y 2 presentes a continuación se muestran las curvas granulométricas del agregado fino y del agregado grueso respectivamente. Respecto del agregado fino, este está casi en su totalidad contenido por el Huso ASTM C33 mientras que el agregado grueso se encuentra totalmente contenido en el Huso 5. Tomando estas granulometrías y sus respectivos husos se desarrollaron los diseños de mezcla correspondientes al patrón y a los adicionados con bacterias.

Gráfico 1. Curva Granulométrica del Agregado Fino.
Fuente: Elaboración Propia.

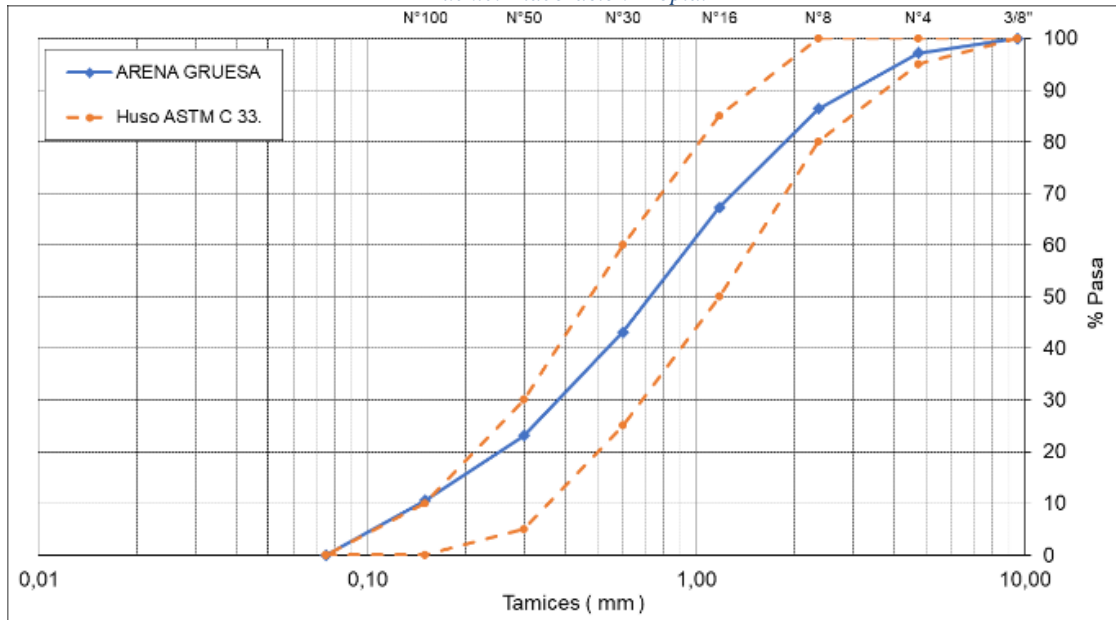
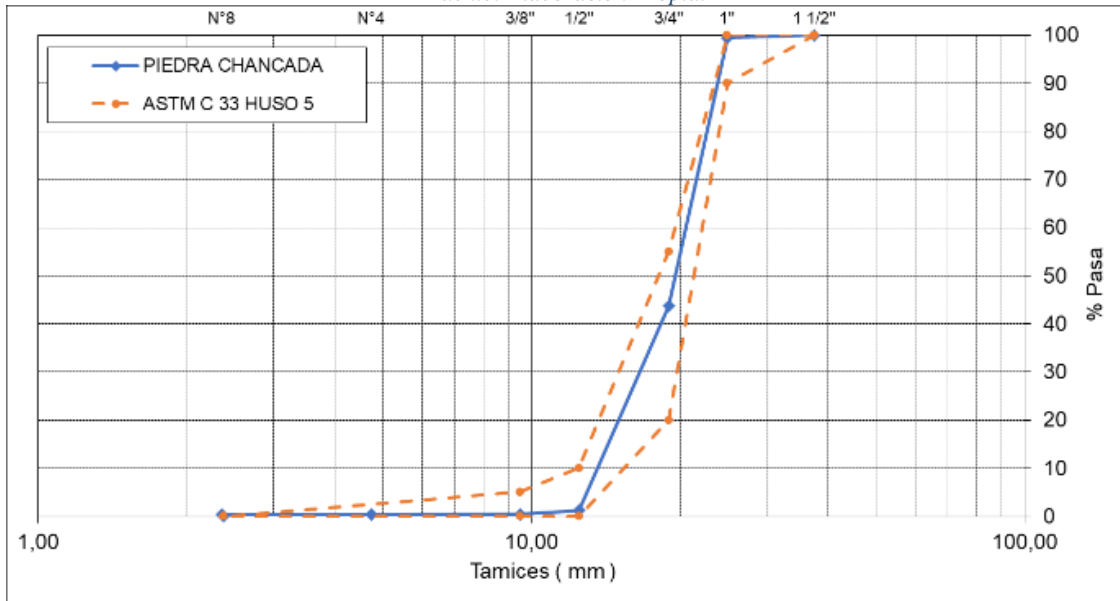
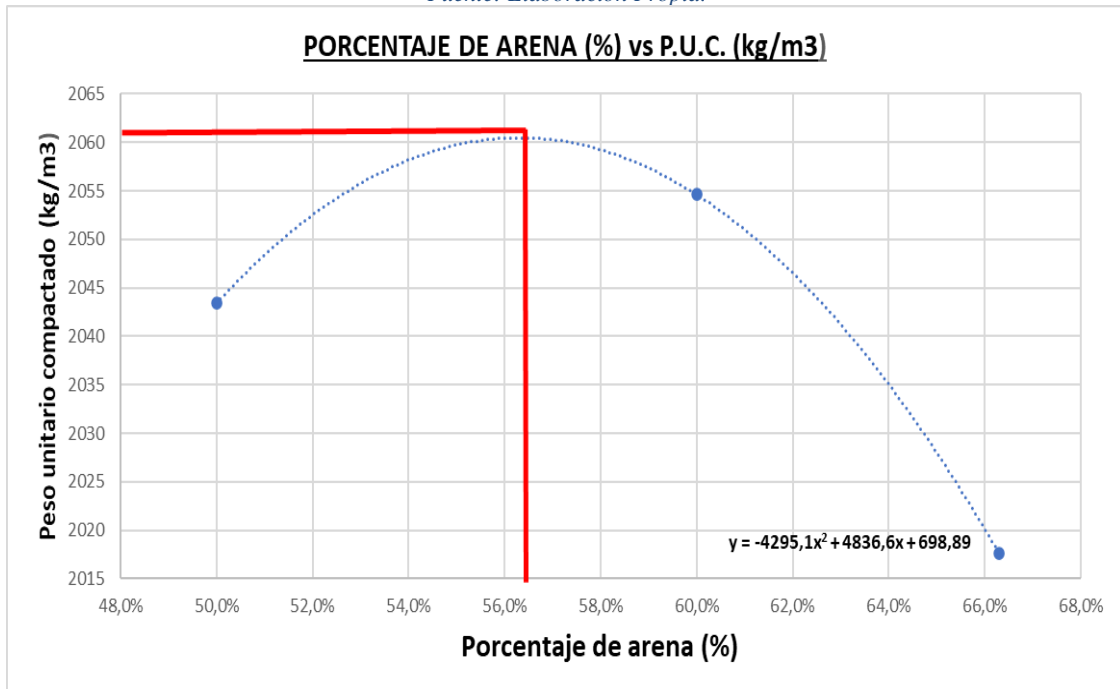


Gráfico 2. Curva Granulométrica del Agregado Grueso.
Fuente: Elaboración Propia.



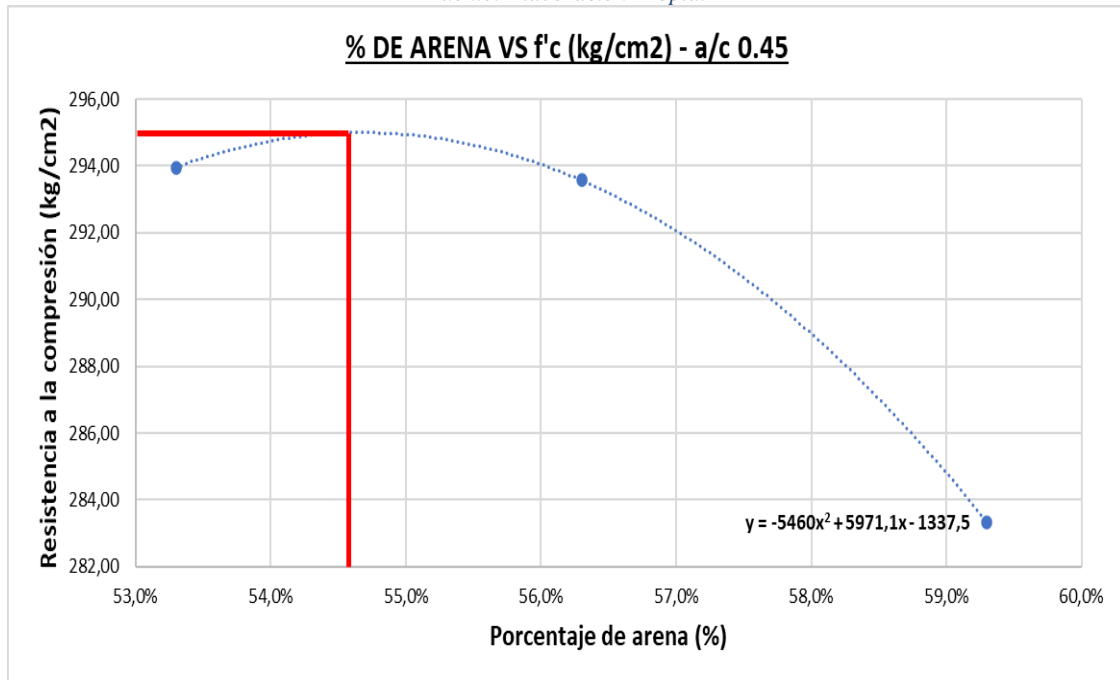
Una vez halladas las granulometrías respectivas se procedió a realizar el diseño de mezcla bajo el método del agregado global, para esta finalidad se realizaron ensayos de PUC para diferentes combinaciones de agregado fino y grueso, de esta forma se obtuvo la combinación que mejor grado de compactación brindaba a la mezcla.

Gráfico 3. Porcentaje de Arena y PUC.
Fuente: Elaboración Propia.



Una vez obtenidos los porcentajes respectivos se hicieron tandas de prueba con roturas a los 7 días, de esta forma se optimizó de mejor manera el diseño de mezcla.

Gráfico 4. Porcentaje de Arena vs f'c.
Fuente: Elaboración Propia.



Finalmente, con los datos generales de los agregados y el método del agregado global correctamente desarrollado se definen los porcentajes finales de materiales que se usarán para el diseño de mezcla patrón para los a/c de 0.45 y 0.50. A su vez se presentan los datos de los diseños de mezcla adicionados con bacterias para los a/c anteriormente expuestos.

Cuadro 4. Diseño de Mezcla Patrón para a/c de 0.45.
Fuente: Elaboración Propia.

MATERIAL	Peso Seco (kg)	P.E (kg/m ³)	Volumen Absoluto (m ³)	Peso Unitario Seco	Peso húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	Tanda de 155kg
Cemento	537,3	3150	0,171	1,00	537,33	1,00	36,35
Agua	241,8	1000	0,242	0,45	230,61	0,43	15,60
Arena	822,5	2650	0,310	1,53	830,71	1,55	56,20
Piedra	689,4	2680	0,257	1,28	692,38	1,29	46,84
Aire	-	100	0,020	-	-	-	-

Cuadro 5. Diseño de Mezcla Patrón para a/c de 0.50.
Fuente: Elaboración Propia.

MATERIAL	Peso Seco (kg)	P.E (kg/m ³)	Volumen Absoluto (m ³)	Peso Unitario Seco	Peso húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	Tanda de 155kg
Cemento	458,2	3150	0,145	1,00	458,22	1,00	30,88
Agua	229,1	1000	0,229	0,50	217,18	0,47	14,64
Arena	877,3	2650	0,331	1,91	886,04	1,93	59,71
Piedra	735,3	2680	0,274	1,60	738,49	1,61	49,77
Aire	-	100	0,020	-	-	-	-

Cuadro 6. Diseño de Mezcla adicionado para a/c de 0.45.
Fuente: Elaboración Propia.

MATERIAL	Peso Seco (kg)	P.E (kg/m ³)	Volumen Absoluto (m ³)	Peso Unitario Seco	Peso húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	Tanda de 155kg
Cemento	537,3	3150	0,171	1,00	537,33	1,00	36,39
Agua	241,8	1000	0,242	0,45	230,71	0,43	15,62
Arena	815,2	2650	0,308	1,52	823,40	1,53	55,76
Piedra	683,3	2680	0,255	1,27	686,28	1,28	46,47
Aire	-	100	0,020	-	-	-	-
Nitrato	10,0	2000	0,005	0,0186	10,00	0,02	0,68
Bacterias	1,209	-	-	0,0023	1,20	0,0022	0,08

Cuadro 7. Diseño de Mezcla adicionado para a/c de 0.50.
Fuente: Elaboración Propia.

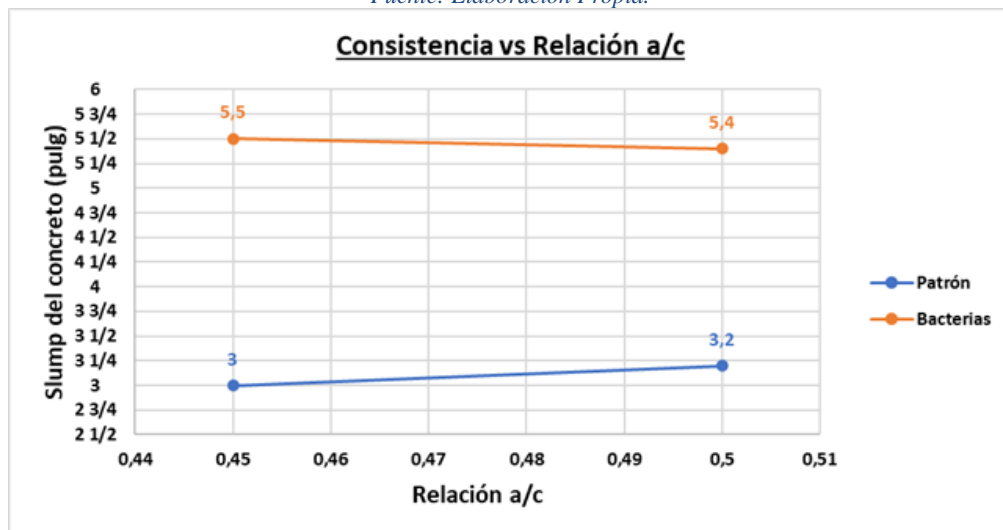
MATERIAL	Peso Seco (kg)	P.E (kg/m ³)	Volumen Absoluto (m ³)	Peso Unitario Seco	Peso húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	Tanda de 155kg
Cemento	458,2	3150	0,145	1,00	458,22	1,00	30,91
Agua	229,1	1000	0,229	0,50	217,27	0,47	14,66
Arena	870,0	2650	0,328	1,90	878,73	1,92	59,27
Piedra	729,3	2680	0,272	1,59	732,40	1,60	49,40
Aire	-	100	0,020	-	-	-	-
Nitrato	10,0	2000	0,005	0,0186	10,00	0,02	0,67
Bacterias	1,1456	-	-	0,0021	1,20	0,0022	0,08

3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

3.1. Concreto en estado fresco

3.1.1. Consistencia

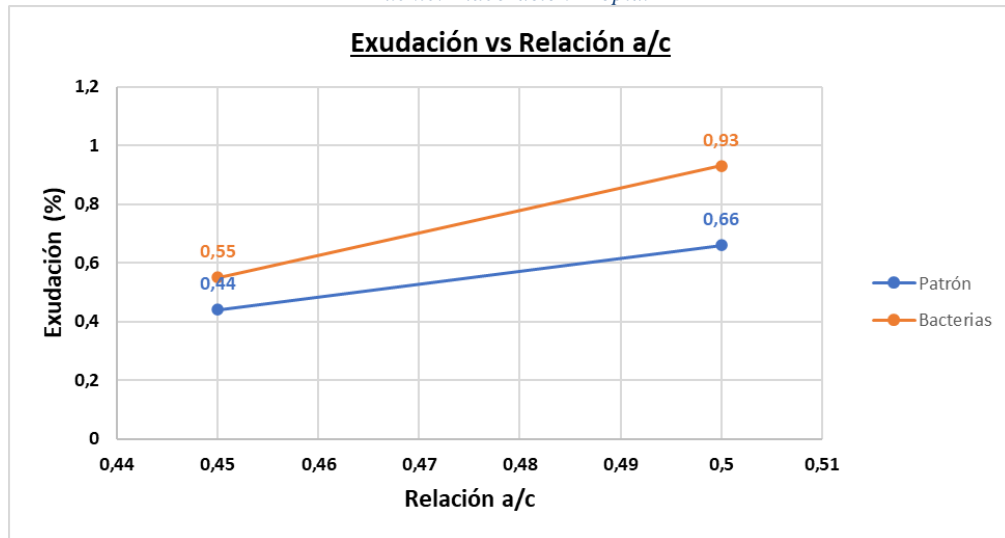
Gráfico 5. Consistencia del concreto vs a/c.
Fuente: Elaboración Propia.



Se determinó que, para una misma muestra, el asentamiento no varió con la variación del valor de a/c. Sin embargo, para un mismo a/c se ve un aumento considerable del asentamiento con la adición de las bacterias y la fuente de calcio a la mezcla.

3.1.2. Exudación

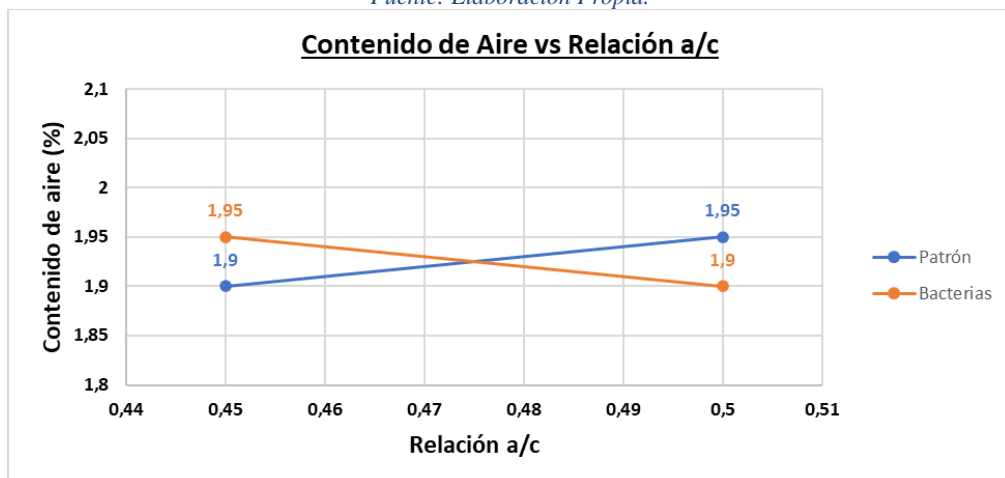
Gráfico 6. Volumen de exudación vs a/c.
Fuente: Elaboración Propia.



La adición de las bacterias a la mezcla no representó una variación considerable para el valor de la exudación, sin embargo, a medida que el a/c aumentó, el volumen exudado también aumentó.

3.1.3. Contenido de Aire

Gráfico 7. Contenido de aire vs a/c.
Fuente: Elaboración Propia.



El contenido de aire analizado para todas las muestras no sufrió variaciones considerables, siendo a su vez consistente con el valor aproximado de 2% establecido anteriormente por el ACI.

3.1.4. Tiempo de fragua

Gráfico 8. Tiempo de fragua Inicial vs a/c.
Fuente: Elaboración Propia.

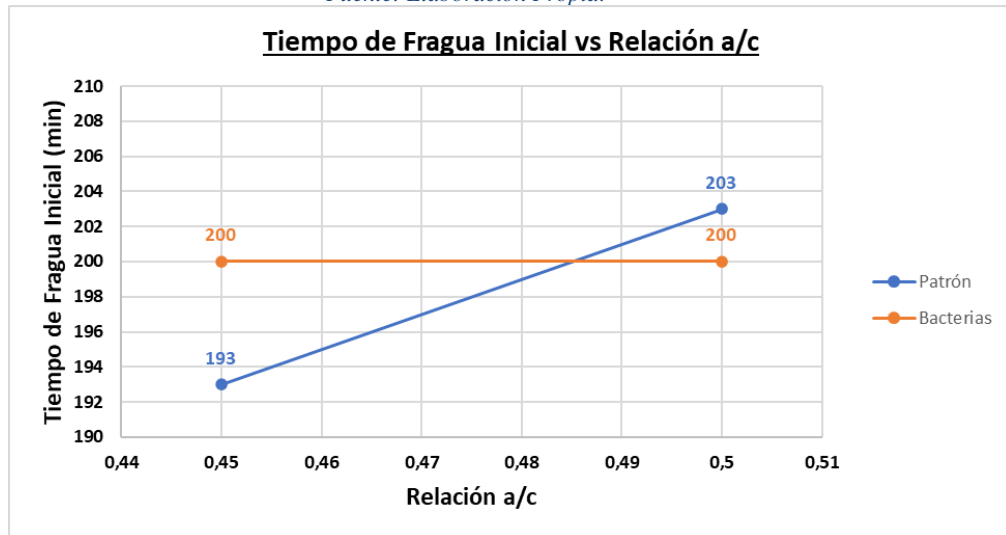
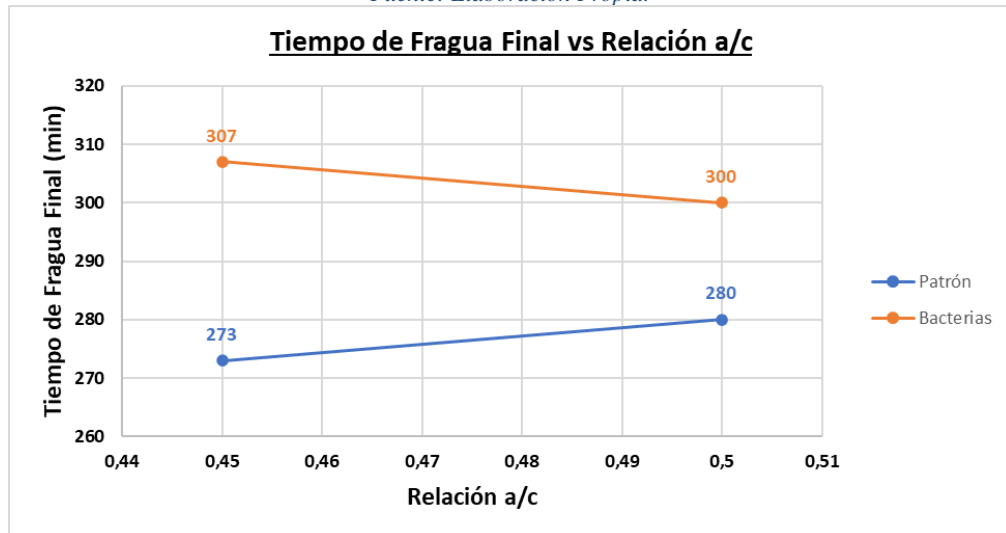


Gráfico 9. Tiempo de fragua Final vs a/c.
Fuente: Elaboración Propia.



Los resultados mostraron que el tiempo de fragua se vio influenciado por la variación del valor del a/c, esto debido a que un mayor a/c contiene una mayor cantidad de agua por cantidad de cemento utilizado, este exceso de agua sería el responsable de prolongar el tiempo de fragua de las muestras analizadas. Respecto de la adición de las bacterias, se aprecia que el tiempo de fragua también aumentó,

eso va de la mano con el asentamiento presentado y podría explicarse debido a la presencia de la fuente de calcio utilizada.

3.2. Concreto en estado endurecido

3.2.1. Resistencia a la compresión axial

Gráfico 10. Resistencia a la compresión vs Tiempo - Patrón.
Fuente: Elaboración Propia.

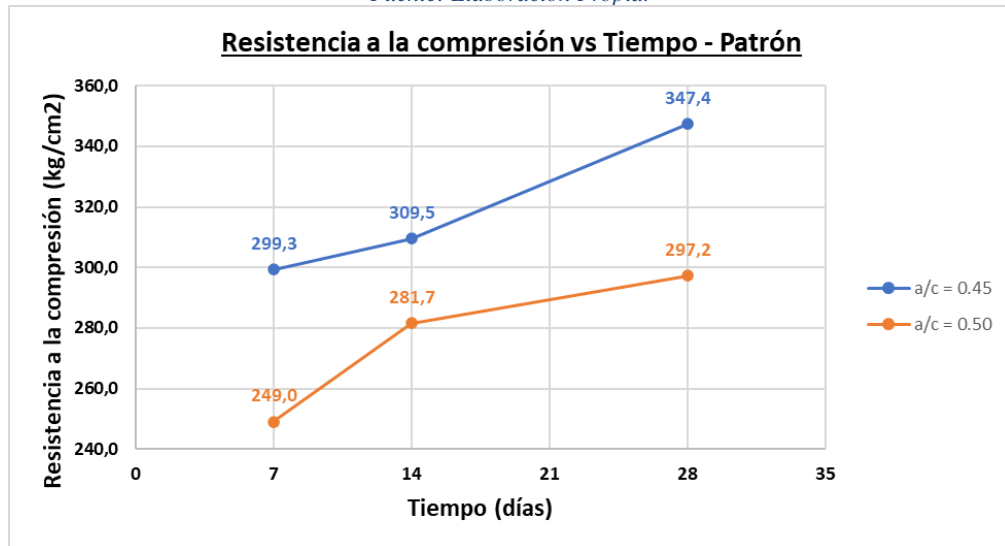
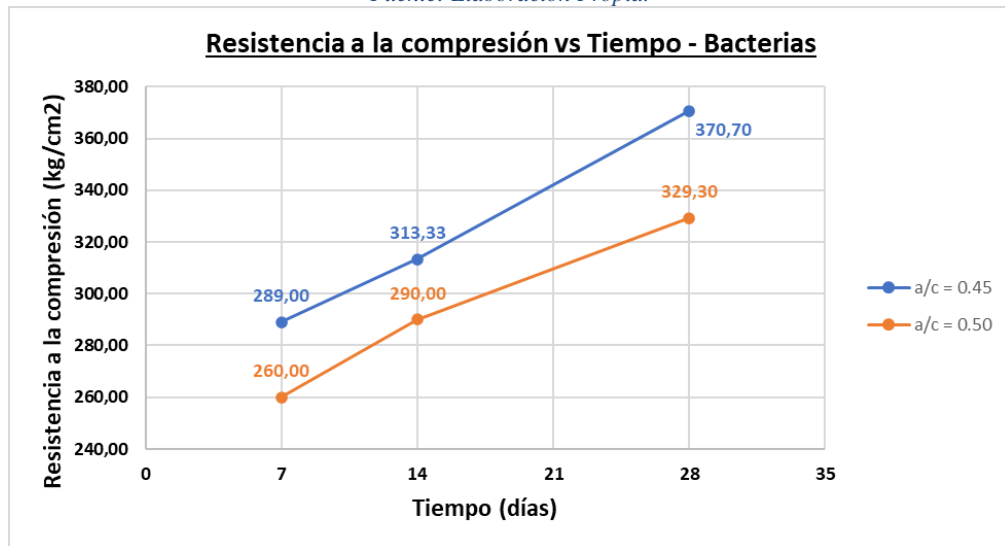


Gráfico 11. Resistencia a la compresión vs Tiempo - Bacterias.
Fuente: Elaboración Propia.



La resistencia a la compresión sigue los parámetros establecidos, disminuyendo a medida que el a/c aumenta y aumentando a medida que el tiempo pasa. Respecto de la adición de las bacterias, esta logró un aumento a la resistencia a la compresión, esto debido a la generación de carbonato de calcio como consecuencia del proceso biológico de las bacterias.

3.2.2. Resistencia a la compresión diametral

Gráfico 12. Resistencia a la tracción (28 días).
Fuente: Elaboración Propia.

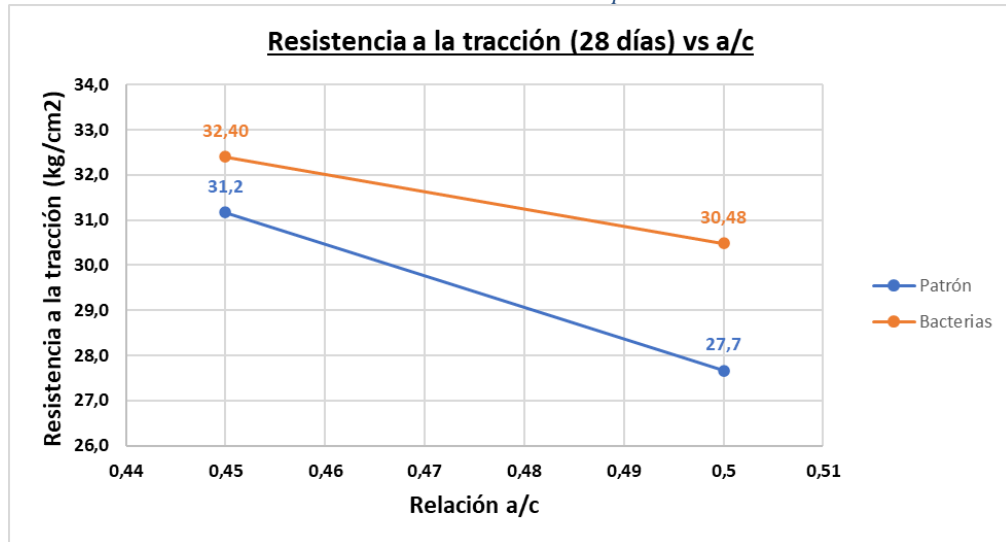
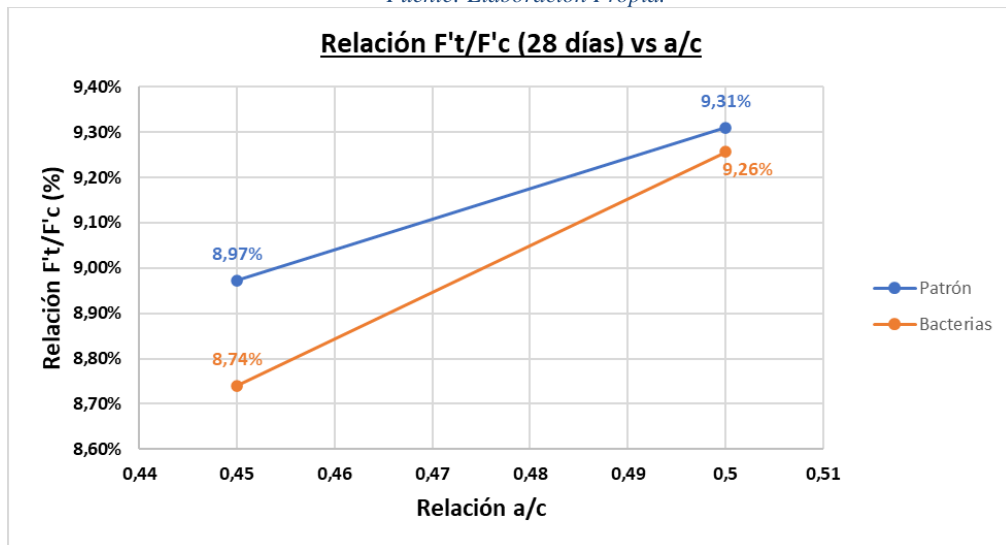


Gráfico 13. Relación f't/f'c (28 días).
Fuente: Elaboración Propia.



La resistencia a la compresión diametral aumentó con la adición de las bacterias, guardando estos resultados una relación directa con los obtenidos a partir de la resistencia a la compresión diametral. Se establece también que la relación existente entre la resistencia a la tracción y la resistencia a la compresión es cercana al 9%.

3.3. MEDICIÓN DE FISURAS

A continuación, se presentan los cuadros que contienen los datos obtenidos de las mediciones de las fisuras realizadas a lo largo de 42 días. El cierre de fisuras fue actuante para algunos espesores relativos a 0.2mm. De los 28 a los 42 días ya no se apreciaron cambios en las muestras.

Cuadro 8. Cierre de fisuras de concreto con bacterias - a/c 0.45.

Fuente: Elaboración Propia.

a/c = 0.45 Bacterias	Medición (mm)			% Cierre
	14 días	28 días	42 días	
1	0,1	0,1	0	100
2	0,5	0,5	0,5	0
3	0,4	0,4	0,4	0
4	0,2	0,2	0,2	0
5	0,5	0,5	0,5	0

Cuadro 9. Cierre de fisuras de concreto con bacterias - a/c 0.50.

Fuente: Elaboración Propia.

a/c = 0.50 Bacterias	Medición (mm)			% Cierre
	14 días	28 días	42 días	
1	0,1	0	0	100
2	0,4	0,4	0,4	0
3	0,3	0,3	0,3	0
4	0,3	0,3	0,3	0
5	0,2	0,2	0,1	50

Cuadro 10. Cierre de fisuras de concreto patrón - a/c 0.45.

Fuente: Elaboración Propia.

a/c = 0.45 Patrón	Medición (mm)			% Cierre
	14 días	28 días	42 días	
1	0,2	0,2	0,2	0
2	0,5	0,5	0,5	0
3	0,3	0,3	0,3	0
4	0,2	0,2	0,2	0

Cuadro 11. Cierre de fisuras de concreto patrón - a/c 0.50.

Fuente: Elaboración Propia.

a/c = 0.50 Patrón	Medición (mm)			% Cierre
	14 días	28 días	42 días	
1	0,3	0,3	0,3	0
2	0,2	0,2	0,2	0
3	0,1	0,1	0,1	0
4	0,2	0,2	0,2	0

4. CONCLUSIONES

- La reparación de las fisuras en el concreto adicionado con bacterias *Bacillus Subtilis* fue del 100% para algunos espesores iguales o menores a 0.2 mm, con esto se concluye que el método de adición de las bacterias al momento de la mezcla del concreto no es muy eficiente, esto debido a que el proceso de producción del carbonato de calcio comienza al momento de combinar el agua, las bacterias y el nitrato; dejando muy poca cantidad que producir para el momento en el que se generen las fisuras en el concreto.
- El concreto adicionado con bacterias presentó un aumento de la resistencia a la compresión axial a los 28 días para los a/c de 0.45 y de 0.50. Los valores de los aumentos fueron de 6.71% y de 10.80% para los a/c de 0.45 y 0.50 respectivamente y se justifican debido a la formación de carbonato de calcio como parte del proceso biológico de la bacteria *Bacillus Subtilis* al consumir el nitrato de calcio al momento de la mezcla del concreto, el carbonato de calcio se irá generando a lo largo del tiempo de curado de la bacteria y como consecuencia la resistencia a la compresión del elemento aumentará.
- La resistencia a la compresión diametral aumentó en el concreto adicionado con bacterias respecto del patrón para los a/c de 0.45 y de 0.50 respectivamente, representando una variación positiva de 3.95% y 10.16% respectivamente, este aumento es consecuencia de la relación directa que existe entre la resistencia a la compresión axial y la resistencia a la compresión diametral de los elementos de concreto concluyendo que, al aumentar la primera, la segunda también aumentará.
- Las fisuras que tienen gran profundidad y que a su vez poseen un ancho mayor a 0.2mm no presentan señal alguna de cierre a lo largo del tiempo total de observación de la presente investigación.
- El porcentaje de cierre de fisuras hallado en la presente investigación para el concreto patrón fue de 0%, siendo consecuencia del nulo cierre de fisuras para los diferentes anchos presentados en los elementos.
- El de cierre de fisuras para el concreto adicionado con bacterias en la presente investigación solo se logró en muestras con un ancho menor a 0.2mm siendo que, no todas las muestras con anchos menores o iguales al antes estipulado lograron cerrarse.

- El cierre de las fisuras para el concreto adicionado con bacterias es bajo debido a que las muestras ya tenían 28 días de elaboración al momento de comenzar el fisuramiento y la medición de las fisuras.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asenjo, D. (2019), Influencia de la incorporación del aditivo bacteriano en la reparación del proceso de fisuración controlada del concreto. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca.

Brunauer, S., & Copeland, L. (1964). *The Chemistry of Concrete*. Scientific American.

Cachay Rivera, S. J., & Mogrovejo Alvarez, M. R. (2020). Influencia del aditivo sika viscocrete-40 he con relaciones a/c menores a 0.50, en su tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, para una rápida puesta en servicio Trujillo 2019. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte.

Cevallos Jiménez, C. L. (2016). Determinación de los Porcentajes Óptimos de Fibra de Vidrio para Hormigones de Baja, Mediana y Alta Resistencia. [Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil, Universidad Espíritu Santo].

Gutiérrez de López, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Universidad Nacional de Colombia.

Hernández, Y., de Rincón, O. T., Torres, A., Delgado, S., Rodríguez, J., & Morón, O. (2016). Relación entre la velocidad de corrosión de la armadura y el ancho de fisuras en vigas de concreto armado expuestas a ambientes que simulan el medio marino. *Revista ALCONPAT*, 6(3), 272-283.

Jonkers, H. (2010), Application of bacteria as self-healing agent for the development of sustainable concrete. *Ecological engineering* 36 (2010) 230 – 235.

Jonkers, H. (2021). Bacteria-based self-healing concrete. In-Genium.

Karagöl, F. et al (2013). The influence of calcium nitrate as antifreeze admixture on the compressive strength of concrete exposed to low temperatures. *Cold Regions Science and Technology*, 89, 30-35.

- Khaliq, W., & Ehsan, M. B. (2016). Crack healing in concrete using various bio influenced self-healing techniques. *Construction and Building Materials*, 102, 349–357.
- Ochoa, R. & Flores, E. (1994). Química del cemento: parte I. *Revista de Química*, 8(2), 207-214.
- Maurello, J., Mondragó, K. & Romero, J. (2020). Principales tipos de contracción, efectos sobre el concreto y sus métodos de mitigación. [Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito].
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. (2014). *Concreto microestructura, Propiedades e materias*.
- Pacheco, F., Loeff, A., Muller, V., Zamis Ehrenbring, H., Christ, R., Modolo, R., de Oliveira, M. F., & Tutikian, B. (2022). Analysis of the self-regeneration of cementitious matrices through different methods of insertion of chemical and bacterial solutions. *Revista ALCONPAT*, 12(1), 32 - 46.
- Pariona, J. (2021), Bacterias alcalófilas en la auto-reparación de fisuras en concretos sostenibles. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Quevedo, H. & Sánchez, E. (2021), Efecto de la bacteria (*Bacillus subtilis*) en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. [Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo].
- Santos, A. (2021). Aplicación del bioconcreto para reparar agrietamientos de los decantadores de la planta de tratamiento de agua La Atarjea – Lima. [Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Serrano Cordova, P. F. (2018). Elaboración de un concreto ligero para uso estructural en la ciudad de Lima metropolitana 2018. [Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo].

Financiamiento de la investigación

Con recursos propios.

Declaración de intereses

Declaro no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derechos de uso

Copyright© 2024 por **Max Huaynalaya Rashuaman, Juan Antonio Herradda Montagne, Heddy Marcela Jiménez Yabar, José Manuel Zapata Samata**



[Este texto está protegido por la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Usted es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: usted debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.