



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Incidencia de la adición de bacteria *Bacillus Subtilis* en la resistencia
mecánica del concreto, Lima- 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Aures Perez, Nora Maribel (orcid.org/0000-0002-5974-3488)

Ramirez Luna, Juan (orcid.org/0000-0002-3286-1425)

ASESOR:

Mgr. Reynoso Oscanoa, Javier (orcid.org/0000-0002-1002-0457)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y UNIVERSITARIA:

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a nuestros padres, hermanos, familiares, a los docentes de la universidad y a todas las personas que siempre apostaron por nosotros.

Agradecimiento

Agradecimiento especial a nuestra alma mater la Universidad Cesar Vallejo, a los docentes de esta casa de estudios que nos brindaron sus conocimientos en toda nuestra etapa formativa hasta llegar a este momento de cumplir nuestro objetivo.

Índice de Contenidos

Carátula	i
Índice de Contenidos	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1.Tipo y diseño de Investigación	10
3.1.2.Diseño de investigación.....	10
3.2.Variables y operacionalización.....	11
3.3.Población, muestra y muestreo	14
3.3.1.Población	14
3.3.2.Muestra	14
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.4.1.Valides y confiabilidad:.....	16
3.5.Procedimiento.....	17
3.6.Método de análisis de datos	17
3.7.Aspectos éticos.....	18
IV. Resultados.....	19
4.1.Ubicación del laboratorio.....	19
4.2.Datos técnicos de la bacteria Bacillus Subtilis	20
4.3.Resultados obtenidos del ensayo de Slump.....	21
4.4.Resultado de las Pruebas a compresión	23

4.5.Resultado de los ensayos de resistencia a la tracción	32
4.6.Contrastación de Hipótesis	41
V. DISCUSIÓN	48
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1. Diseño pre experimental post test	10
Tabla 2. Matriz operacional	12
Tabla 3. Cantidad de probetas cilíndricas para ensayos de rotura	15
Tabla 4. Norma de cultivo bacteriano	16
Tabla 5. Resultados de ensayo de consistencia	21
Tabla 6. Resultado de las pruebas de resistencia a la compresión a los 7 días	24
Tabla 7. Resultado de las pruebas de resistencia a la compresión a los 14 días	26
Tabla 8. resultado de las pruebas de resistencia a la compresión a los 28 días	28
Tabla 9. Resultado promedio de las pruebas de resistencia a la compresión	30
Tabla 10. Resultado de las pruebas de resistencia a la tracción a los 7 días	33
Tabla 11. Resultado de las pruebas de resistencia a la tracción a los 14 días	35
Tabla 12. Resultado de las pruebas de resistencia a la tracción a los 28 días	37
Tabla 13. Resultado promedio de las pruebas de resistencia a la tracción	39
Tabla 14. Análisis descriptivo para muestras de 28 días de fraguado	41
Tabla 15. Resultados de la prueba estadística de normalidad	42
Tabla 16. Análisis del Tstudent del ensayo a compresión a los 28 días	42
Tabla 17. Análisis descriptivo para muestras de 28 días de fraguado	44
Tabla 18. Resultados de la prueba estadística de normalidad del concreto	45
Tabla 19. Análisis del Tstudent del ensayo a la tracción a los 28 días	45

Índice de figuras

Figura 1. Representación Grafica de la Cepa Bacillus Subtilis	5
Figura 2. Ubicación de las pruebas a realizarse (laboratorio)	19
Figura 3. Cantera de Cajamarquilla, provincia de Lima	19
Figura 4. Cepa de población bacteriana (Bacillus Subtilis)	20
Figura 5. Frascos con contenido de lactato de calcio	21
Figura 6. Resultado de ensayo de Slump	22
Figura 7. Resultado de ensayo a compresión a los 7 días	25
Figura 8. Resultado de ensayo a compresión a los 14 días	27
Figura 9. Pruebas realizadas a los 28 días	29
Figura 10. Resultado de Ensayo a Compresión a los 28 días	31
Figura 11. Resultado de ensayo de tracción a los 7 días	34
Figura 12. Resultado de ensayo a la tracción a los 14 días	36
Figura 13. Resultado de ensayo a la tracción a los 28 días	38
Figura 14. Resultado de ensayo a la tracción a los 28 días	40
Figura 15. Medias de la resistencia a la compresión de concreto con 28 días	43
Figura 16. Comparación con HSD Tukey de la resistencia a la compresión	43
Figura 17. Medias de la resistencia a la tracción a los 28 días de fraguado	46
Figura 18. Comparación con HSD Tukey de la resistencia a la tracción	47

Resumen

Este proyecto que se realiza contempla el análisis y la modificación de la resistencia mecánica de un concreto convencional de 210 kg/cm² al adicionar la bacteria *Bacillus Subtilis* en su diseño de mezclas, con una población bacteriana de 10⁹ cel/ml, con esta proporción se han obtenido mejores resultados de acuerdo a los antecedentes de trabajo de investigación. Para lo cual, se estudió todos los conglomerados y se realizaron ensayos de prueba a la tracción y compresión con edades de 7, 14 y 28 días.

Para poder realizar los ensayos de rotura mediante el método de tracción y compresión conforme a lo que estipula la norma ASTM-C39, se procedió a elaborar 18 probetas con concreto convencional y 18 probetas incorporando población bacteriana de 10⁹ cel/ml de *Bacillus Subtilis*, dando un total de 36 probetas que fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días de elaboración, resultando tener un incremento considerable en la resistencia mecánica del concreto con *Bacillus Subtilis* a los 28 días, en la prueba a la compresión se obtuvo 254.70 kg/cm² dando un incremento del 16.98% de la capacidad para la cual fue diseñada, por otro lado en la resistencia a tracción dio un valor de 33.04 kg/cm² que tuvo un incremento del 14.28 % de la capacidad para la cual fue diseñada.

Para el diseño de mezclas con la bacteria *Bacillus Subtilis* se reemplazó el 50% del volumen de agua del diseño por lactato de calcio, obteniendo resultados favorables al incrementarse las capacidades mecánicas.

Palabras clave: *Bacillus subtilis*, concreto, resistencia mecánica.

Abstract

This project that is carried out contemplates the analysis and modification of the mechanical resistance of a conventional concrete of 210 kg/cm^2 by adding the *Bacillus bacteria Subtilis* in its mixture design, with a bacterial population of 10^9 cel/ml , with this proportion better results have been obtained according to the background of research work. For which, all the conglomerates were studied and tensile and compression tests were carried out with ages of 7, 14 and 28 days.

In order to carry out the rupture tests using the tensile and compression method in accordance with the provisions of the ASTM-C39 standard, 18 specimens were made with conventional concrete and 18 specimens incorporating a bacterial population of 10^9 cell/ml of *Bacillus Subtilis*, giving a total of 36 specimens that were tested at 7, 14 and 28 days of elaboration, resulting in a considerable increase in the mechanical resistance of the concrete with *Bacillus Subtilis* at 28 days, in the compression test 254.70 kg/cm^2 was obtained, giving an increase of 16.98% of the capacity for which it was designed, on the other hand, in the tensile strength it gave a value of 33.04 kg/cm^2 that had an increase of 14.28% of the capacity for which it was designed.

Bacillus bacteria Subtilis, 50% of the design water volume was replaced by calcium lactate, obtaining favorable results by increasing the mechanical capacities.

Keywords: *Bacillus subtilis*, concrete, mechanical resistance.

I. INTRODUCCIÓN

El rubro de la construcción civil ha avanzado a nivel nacional e internacional, donde se puede apreciar las edificaciones de pavimentos rígidos, edificios, puentes, entre otros, brindando el desarrollo a los países, asimismo la calidad de vida a las personas. El material predominante para dichas edificaciones es el concreto.

Para Úbeda, Bernabé (2014), menciona en su tesis a nivel internacional al concreto como una composición de cemento, materiales finos, gruesos, agua y en algunos casos se agrega los aditivos que brindan nuevas propiedades al material en mención, también menciona que en Europa se destina un monto a la reparación de fisuras el cual se incrementa hasta un 50% del presupuesto anual. Donde se realizaron estudios de concreto autosellante que quiere decir que tuvo la capacidad de regenerarse por sí misma mediante bacterias bioprecipitadoras de carbonato de calcio (p.4).

Según Asenjo, Alarcón (2019), en su tesis a nivel nacional indicó que el concreto es el material predominante en el sector construcción debido a sus propiedades mecánicas, y su gran adaptación a diversos entornos, así como tiene sus grandes ventajas, las estructuras de concreto presentan problemas uno de los más comunes son la aparición de las fisuras, grietas que deben de ser controladas inmediatamente, debido a que estas aumentan la permeabilidad del elemento estructural permitiendo la infiltración de agua, oxígeno u otro agente que sea perjudicial para la estructura. El tratamiento habitual de estas patologías es mediante el uso de morteros simples para fisuras que no representan problemas mayores y para casos más severos se aplica el uso de aditivos como el Chema Polyepox Endur Bv, Sikadur 31, Sikacryl - 150/200 que es lo convencional y contaminante del medio ambiente (p. 37).

En el ámbito local Ormaeche, Antony (2020), realizó el estudio de la influencia de la bacteria *Sporosarcina Pasteuri*, se trata de un bacilo del grupo de bacterias bioprecipitadoras de carbonato de calcio; obteniendo como resultado que la resistencia mecánica del concreto f_c 210 kg/cm² aumento significativamente, basado en resultados obtenidos en ensayos de rotura de concreto y tracción

indirecta, empleando el medio de cultivo americano American Type Culture Cultive (ATCC) normado en el territorio peruano para la selección, cultivo y muestras para las bacterias. Además, concluyó que la dosificación con modificación bacteriana de 10^9 cel/ml; tal como muestran sus antecedentes es la dosificación que da mejores resultados.

De tal manera, el bio- aditivo es una solución con mejores características, al ser un material no contaminante y que puede ser empleado de diversas maneras, este aditivo es un compuesto de lactato de calcio y población bacteriana de *Bacillus Subtilis* que fueron empleados en la reparación de fisuras, grietas. El Bio - aditivo también puede ser utilizado en la fabricación de concretos, amplificando la resistencia a tracción y compresión sobre las capacidades mecánicas. Por lo tanto, el concreto se auto regenera, permitiendo la eliminación de manera automática fisuras y grietas, reduciendo el costo a mediano y largo plazo de los elementos fabricados con concreto conformado por poblaciones bacterianas de *Bacillus Subtilis* (Ascate y Miranda, 2019, p.54).

Sin embargo Manzanares, Cristina (2017, p.64), Construcción viva sinergia entre materiales y microorganismos. Madrid mencionó que el análisis del comportamiento de los concretos con características auto regeneradoras mediante el uso de los aditivos con poblaciones bacterianas en un procedimiento empírico, donde se realizaron ensayos de compresión de manera directa e indirecta a los elementos estructurales que fueron reparados con el aditivo bacteriano, obteniendo un desenlace desfavorable con las muestras en las pruebas a compresión puesto que los elementos no tuvieron una rehabilitación satisfactoria mediante el uso del aditivo bacteriano, en conclusión, se tuvo que rediseñar dicha composición del aditivo para obtener resultados que sean significativos y viable para su uso en el futuro.

Para la investigación se empleó el uso de la bacteria *Bacillus Subtilis* para poder determinar la resistencia mecánica de un concreto con capacidad de resistencia a la compresión y tracción de 210 kg/cm^2 .

Durante el desarrollo del proyecto, se formuló el siguiente problema general ¿Cómo incide la adición de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la resistencia mecánica del

concreto f'c 210 kg/cm², Lima - 2021? y problemas específicos ¿Cuál es el efecto de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm², Lima - 2021? y ¿Cuál es el efecto de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia a la tracción del concreto f'c 210 kg/cm², Lima - 2021?

El proyecto de investigación tuvo como justificación teórica, ser de carácter experimental, porque manipuló de manera intencional a las variables con bastante rigor durante la etapa de análisis de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia mecánica de un concreto convencional de f'c 210 kg/cm². De igual manera tuvimos como justificación práctica que este estudio proporcionó información sobre los efectos positivos de la bacteria Bacillus Subtilis adicionados en un concreto patrón de 210 kg/cm² mejorando la resistencia mecánica del concreto. Así mismo proporciona las herramientas para recopilar información importante del material en referencia que contribuye a la documentación, información, concientización y los efectos de los agentes del Bacillus Subtilis metodológicamente justificado. De gran importancia social, puesto que las entidades públicas y privadas, entre otros, pueden tomar referencias bibliográficas de la modificación de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia mecánica de un concreto convencional de 210 kg/cm², como base de datos para futuras aplicaciones en el sector construcción. Como impacto social la bacteria Bacillus Subtilis no genera riesgos patológicos, biológicos hacia las personas debido que son de bioseguridad¹, en tal sentido las empresas privadas o de sector público, económicamente no invertirían en mantenimiento debido a la capacidad de auto regeneración que posee la bacteria Bacillus Subtilis añadido al concreto f'c 210 kg/cm².

Para realizar el trabajo de investigación, se formuló la siguiente hipótesis general. La adición de la bacteria Bacillus Subtilis incide positivamente en la resistencia mecánica del concreto f'c 210 kg/cm² Lima – 2021 y las siguientes hipótesis específicas. La adición de la bacteria Bacillus Subtilis incide favorablemente en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm² Lima–2021, La bacteria Bacillus Subtilis incide favorablemente en la resistencia a la tracción del concreto f'c 210 kg/cm² Lima – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Mediante antecedentes históricos internacionales, se puede decir que la primera vacuna se generó de la bacteria Bacillus, especialmente del Bacillus Anthracis, cierta vacuna fue elaborado por Louis Pasteuri en el año 1881. (Barth y Gstiles, 2004, p.39).

De tal modo Jonkers y Schlangen (2008, p.425), Development of bacteria – based self healing concrete, Mencionan en ciudad de Londres, la armadura a base de concreto tiene tendencia a tener idoneidad de autorreparación, la amplitud de reparar o corregir microfisuras y hendiduras ocasionadas con poca frecuencia. Esta ventaja se debe principalmente a la aparición de un exceso de partículas en deshidratación proveniente de la matriz del concreto, donde experimentaron cambios de absorción de manera tardía a la combinación con el agua.

Por otro lado, (Gavimat, et al (2012, p.541), Potential Application of Bacteria to Improve the Strength of Cement Concrete. En su artículo de investigación nos indicó que en India la fisuración en las armaduras de concreto es un fenómeno provocado habitualmente por el desgaste de estructuras. Sobre todo, un inadecuado proceso constructivo. La reconstrucción o reparación de la estructura se vino trabajando durante años. En consecuencia, el costo del mantenimiento es elevado y puede ser complicado de realizar. Por lo tanto, se seleccionó el método de auto reparación, incluyendo el uso de bacterias precipitadores de carbonato de calcio para sellar las grietas.

Así mismo la medida del Bacillus, varía entre 0.5 -2.5 x12-10 μm . El género Bacillus normalmente se encuentra en las vegetaciones dónde las bacterias cumplen una función muy importante en el periodo del carbono y nitrógeno. (Manzanares, Cristhina 2017, p.83), Construcción viva sinergia entre materiales y microorganismos. Madrid. Asimismo, las bacterias del género Bacillus producen endosporas, que puede resistir a un entorno altamente alcalino donde se forman la producción y fraguado del concreto, depende de las condiciones del ambiente, que alcanzan a vivir de 50 a 200 años. (Mors y Jonkers, 2012, p.187) Full scale Application of bacteria- based self-healing concrete for repair purposes.

La adición de la bacteria *Bacillus Subtilis* es una solución con mejores características, al ser un material no contaminante y que puede ser empleado de diversas maneras, este aditivo es un compuesto de lactato de calcio y población bacteriana de *Bacillus Subtilis* que pueden ser empleados en la reparación de fisuras, grietas. El Bio - aditivo también puede ser empleado en la fabricación de concretos, amplificando las capacidades mecánicas como la resistencia a compresión y tracción. Este concreto tendrá se auto regenera, permitiendo la eliminación de manera automática fisuras y grietas reduciendo a corto y largo plazo los costos de refacción y tratamiento en los elementos fabricados con concreto conformado por poblaciones bacterianas de *Bacillus Subtilis*. (Mego Y Torres, 2019, p.13)

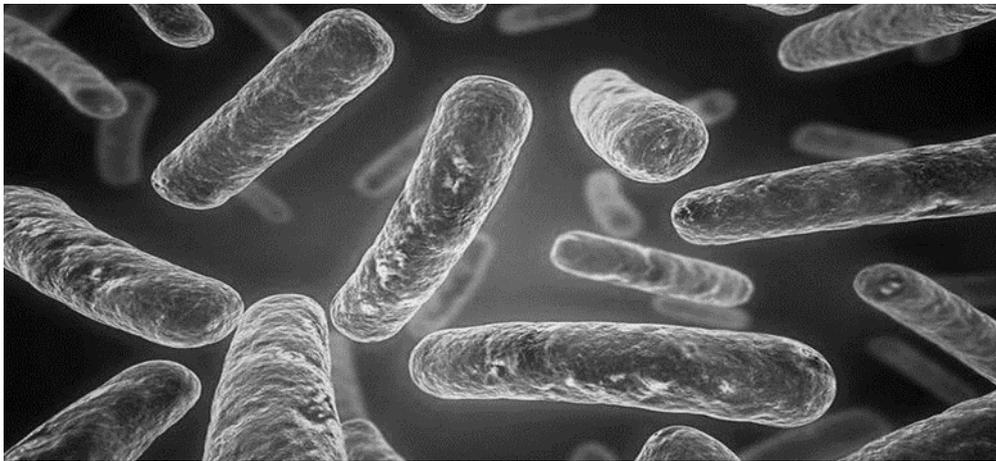


Figura 1. Representación gráfica de la cepa *Bacillus Subtilis*

De tal manera Koustubh y Vishal (2016), Indicaron que la bacteria *Bacillus Subtilis* es la primera en su especie en someterse a investigaciones, las células de *Bacillus Subtilis* Tienen una forma tubular, se consiguen en el campo, se desarrolla a temperatura óptima entre los 25 a 35 grados Celsius (p.66).

Por otra parte, según Jonkers, Henk (2011, p. 222), Bacteria - based self - healing concrete, mencionó que en su trabajo tuvieron como finalidad cuantificar la eficiencia de las bacterias bio precipitadores de carbonato de calcio con una población de cepas bacterianas de 10^9 cel/ml, sumergidos en un nutriente de lactato de calcio. El procedimiento que uso el autor fue el encapsulamiento de las poblaciones bacterianas empleando el lactato de calcio como amplificador y conservador de las bacterias, favoreciendo la resistencia a la compresión de dichas

cápsulas al ser empleadas en la fabricación del concreto obteniendo 20%. Asimismo, para el medio de cultivo se observa la ficha técnica, utilizando la bacteria *Bacillus Subtilis*, donde se especifica que se tuvo en cuenta la temperatura para su almacenamiento, el mismo que debe ser menor a 80°C, también debe estar liofilizado 2° C a 8° C, además que el procedimiento como el laboratorio donde se realiza el cultivo de la bacteria *Bacillus Subtilis*, perteneciendo al nivel de bioseguridad 1.

Debido al manual de bioseguridad en el laboratorio de la OMS (2005), indica la categorización en los microorganismos infecciosos por conjunto de peligro. Donde se observa que el conjunto de riesgo 1, menciona que la bacteria *Bacillus Subtilis* tienen escasa probabilidad de causar enfermedades en seres humanos y animales. Es decir que, estos microorganismos están catalogados en el conjunto de peligro 1, además, no representan un peligro personal y de población nulo o limitado, las pruebas se pueden desarrollar en un laboratorio dedicado a enseñanza para principiantes y de investigación no peligrosa, que cuenta con un equipamiento básico. En la tabla1 se puede deducir que, las organizaciones internacionales para el cultivo de cepas bacterianas de *Bacillus Subtilis* son similares entre sí, ya que el medio de cultivo de porción por cada litro exige la misma dosificación para su cultivo.

El lactato de calcio el cual se utilizó, aloja las cepas bacterianas de *Bacillus Subtilis*, donde el compuesto de lactato de calcio y agua donde se incluye las características fisicoquímicas para analizar el procedimiento del concreto.

Para Ormaeche, Antony (2020, p.116), Influencia de la bacteria *Sporosarcina Pasteuri* en la resistencia mecánica del concreto $f'c$ 210 kg/cm², Ate, Lima – 2020. Dentro de la resistencia mecánica del concreto, el estudio más usado es la determinación de la resistencia a la compresión, que es la resistencia mecánica predominante del concreto, ello es la capacidad que tiene dicho material para comprimirse debido a una presión ejercida, donde se determinó el factor de compresión, la resistencia a la compresión del concreto se hace mediante un ensayo de compresión con muestras cilíndricas conocidas como probetas que serán sometidas a una carga axial hasta llegar al límite de resistencia;

produciéndose la falla o rotura del concreto. La resistencia a compresión se obtuvo mediante la carga máxima aplicada a la superficie de la probeta.

Por otra parte, el concreto es el material predominante en el sector construcción debido a sus propiedades mecánicas y a su gran adaptación a diversos entornos, así como tiene sus grandes ventajas, las estructuras de concreto presentan problemas, entre los más comunes son la aparición de las fisuras, grietas que deben de ser controladas inmediatamente debido a que estas aumentan la permeabilidad del elemento estructural permitiendo la infiltración de agua, oxígeno u otro agente que sea perjudicial para la estructura. El tratamiento habitual de estas patologías es mediante el uso de morteros simples para fisuras que no representan problemas mayores y para casos más severos se aplica el uso de aditivos como el Chema Polyepox Endur Bv, Sikadur 31, Sikacryl - 150/200 que es lo convencional y contaminante del medio ambiente. (Asenjo, Dennis, 2019, p.66) Influencia de la incorporación del aditivo bacteriano en la reparación del proceso de fisuración controlada del Concreto.

Según la (NTP 339.034, 2008). Matemáticamente la resistencia a la compresión se expresa de la siguiente manera $f'c = 4G / \pi d^2$; donde, $f'c$ es la resistencia a la compresión con unidades en kg/cm^2 , G es la carga axial máxima a la cual fue sometida la probeta expresada en kg, d es el diámetro de la probeta en cm.

Para la obtención de las bacterias, según Asenjo, Dennis (2019, p.78), se pudo mostrar la etapa de prueba, separación y reconocimiento de la bacteria para su masificación del aditivo bacteriano que posteriormente es agregado a una mezcla para concreto de $f'c$ 250 kg/cm^2 , para posteriormente ser llevados a pruebas de compresión trabajado en concordancia a las normas actuales en la etapa de ensayo. Se utilizó una población bacteriana de 3×10^8 cel/ml sumergidos en un caldo nutritivo. Al final se ensayaron las siguientes cepas bacterianas bio generadoras de cristales carbonato de calcio ($CaCO_3$): Bacillus Firmus (14.08%), Paeni Bacillus Lactis (35.68%)

Para el medio de cultivo se observa la ficha técnica del Anexo 03, utilizando la bacteria Bacillus Subtilis, donde en la primera hoja especifica que se tuvo en cuenta la temperatura para su almacenamiento el mismo que debe ser menor a $80^\circ C$,

también deberá estar liofilizado 2° C a 8° C, además que el procedimiento como el laboratorio donde se realizó el cultivo de la bacteria Bacillus Subtilis pertenece al nivel de bioseguridad 1.

El Manual de Bioseguridad en el laboratorio de la OMS (2005), indica que la categorización de los microorganismos infecciosos por conjunto de peligro. Donde se observa que el conjunto de riesgo 1, menciona que la bacteria de la familia Bacillus tienen escasa probabilidad de causar enfermedades en seres humanos y animales (p.1). por lo tanto, los microorganismos están considerados como un conjunto de agrupados de peligro, además, no representan un peligro personal y de población nulo o limitado, es un laboratorio dedicado a enseñanza para principiantes y de investigación no peligrosa, que cuenta con un equipamiento básico.

Debido a esto se realizó los ensayos en probetas cilíndricas tanto de tracción como también de comprensión, donde el concreto no reforzada es expresado en porcentajes.

Es así como en el trabajo de investigación, se empleó un diseño de mezclas convencional para las cantidades del concreto patrón y para cantidades con población bacteriana se reemplazó la mitad del volumen de agua por lactato de calcio con una población bacteriana de 10^9 cel/ml

Por ende, se obtuvo dos tipos de dosificaciones de mezcla, la primera que es diseño patrón con concreto convencional, con resistencia de 210 kg/cm^2 y el otro diseño de mezcla 10^9 cel/ml, concreto con modificación de cepas bacterianas”.

Por consiguiente, se muestra la dosificación de acuerdo al diseño de muestra para un concreto de 210 kg/cm^2 el cual obtuvimos a partir del ensayo de los agregados de la cantera, y la dosificación de la mezcla con población bacteriana de Bacillus Subtilis en población bacteriana de 10^9 y cel/ml sumergido en un nutriente de lactato de calcio.

Según Ormaeche, Antonny (2020, p.71), indica que el hidratante a emplear en la mezcla patrón fue el agua, libre de contaminantes de acuerdo a las normas Norma NTP 334.088, para la preparación y curado de concreto en un volumen de $226.229 \text{ litros/m}^3$. Por otra parte, para la preparación de las muestras con población

bacteriana de 10^8 , 10^9 y 10^{11} cel/ml, se reemplazó el 50% del agua calculada en la muestra patrón, el cual fue reemplazado por una solución de lactato de calcio sobre el cual estuvieron sumergidas las cepas bacterianas de *Bacillus Subtilis* en las dosificaciones mencionadas.

Seguidamente, se realizó el proceso de mezcla con un equipo de protección bacteriológico básico, en concordancia con el manual de la OMS, para agentes bacteriológicos con nivel de bioseguridad 1, lo que significa que el nivel de riesgo es nulo o poco probable, sin embargo, se deberán tomar en cuenta estas precauciones.

Según la normativa ASTM 2014, conjuntamente con el ACI 2014. Se prepara el concreto de acuerdo al diseño de mezclas, de acuerdo a los resultados obtenidos previamente en los ensayos de los agregados, tanto para el diseño patrón como para el diseño con modificación bacteriana, se procederá a verter el concreto en las probetas cilíndricas de 4" x 8" en cuatro capas donde se iniciará el proceso de fraguado.

La resistencia mecánica del concreto fue medida a los 7, 14 y 28 días de fraguado, siendo el día 7 la prueba de rotura como prueba de exclusión debiendo superar la resistencia estimada el tiempo de 7 días de fraguado para un concreto con resistencia $f'c$ 210 kg/cm² y comprobación de alcance del 80% de la resistencia máxima teórica, de no ser así se realiza nuevamente el ensayo de agregados, lo que conlleva a realizar otro diseño de mezclas y volver a iniciar el proceso de comprobación. De superar dicho porcentaje, se continua a tomar las lecturas de la resistencia mecánica a los 14 y 28 días, donde el concreto obtiene su resistencia máxima teóricamente.

Por último, para obtener los resultados se realizó un análisis estadístico para comprobar que exista una diferencia significativa entre una muestra y otra. Con estos datos pudimos determinar si nuestra hipótesis fue correcta o no. Adicionalmente, hemos realizado una observación macroscópica de la evolución de los cristales de carbonato de calcio en periodo de 48 días en promedio, de acuerdo a los antecedentes investigados.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de investigación: La investigación que se realizó fue de tipo aplicado, por que busca resolver problemas reales mediante teorías innovadoras. Ya que gracias a los resultados finales del laboratorio se pudo analizar la incidencia de la adición de bacteria *Bacillus Subtilis* en la resistencia mecánica del concreto $f'c$ 210 kg/cm². Según Guillen y Valderrama (2014, p.56), la investigación fue aplicada, llamada práctica empírica, activa y dependiente de sus descubrimientos generando beneficios para la sociedad.

3.1.2. Diseño de investigación: Según Baptista y Hernández (2014, p.50), la presente investigación fue de diseño experimental, debido a que es observacional, manipulando intencionalmente las variables, los resultados fueron comparados con otros resultados que han sido obtenidos de los ensayos realizados en los laboratorios.

Donde el diseño fue pre experimental post-test por que se obtuvo un grupo "a" sin tratamiento donde se dio como resultado la resistencia máxima teórica del concreto, y un grupo "b" con tratamiento mediante la modificación de población bacteriana y al final de los mismos se hizo una comparativa en los datos.

Tabla 1. *Diseño pre experimental post test*

GRUPO	Pretest	Tratamiento	Post-test
GC	O ₁	-	O ₃
GE	O ₂	X	O ₄

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

GC= Grupo de control (sin experimento).

GE=Grupo experimental.

O₁, O₂= Pre -test de diagnóstico aplicado en ambos grupos.

X= Experimento.

O₃, O₄= Post-test ejecutado luego el experimento, realizado en ambos grupos para encontrar la diferencia significativa.

De acuerdo con Hurtado (2006, p.51), la investigación fue proyectado porque se realizó un estudio factible para determinar cuantitativamente la incidencia con adición de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia mecánica del concreto f'c 210 kg/cm².

Según Baptista y Hernández (2014, p.62), la investigación fue explicativo, porque buscó determinar cómo incide la adición de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia mecánica del concreto f'c 210 kg/cm², para el uso en nuestro entorno, utilizar en obras de difícil acceso expuesto al medio ambiente como por ejemplo canales de riego, puente, bocatomas, represas, desarenadores entre otros, porque se requiere una mayor logística al hacer el mantenimiento rutinario como es el traslado, ejecución de materiales y equipos pesados a lugares de difícil acceso en consecuencia se reduce el gasto de mantenimiento.

3.2. Variables y operacionalización.

La variable independiente de esta investigación fue la bacteria Bacillus Subtilis y la variable dependiente la resistencia mecánica del concreto.

Según Borja (2016, p.75), la operación de la variable es el medio por el cual se miden las variables que fueron formuladas por la hipótesis de la investigación, ayudando a los investigadores a esclarecer las ideas de como medir las variables e indicar los instrumentos de medición a emplearse.

Tabla 2. Matriz operacional

INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO LIMA - 2021						
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala de medición
Bacteria Bacillus Subtilis (variable independiente)	Según (Barth, Aktories, Popoff & Gstiles, 2004) la bacteria pertenece a la familia Gram Positivos, generadores de esporas, debido a que crean membranas capaces de proteger en estado inactivo a la bacteria.	La bacteria Bacillus Subtilis será adicionado en un 50 % sustituyendo al agua en 10^9 cel/ml en el diseño de mezcla para un $f'c$ 210 kg/cm ²	Dosificación	Cantidad	cel/ml	Razón
Resistencia mecánica (variable dependiente)	De acuerdo a la (NTP 339.034, 2008) La resistencia mecánica es la capacidad que todos los cuerpos poseen para resistir fuerzas aplicadas en sí mismo sin llegar a romperse.	Se verifica la incidencia de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia mecánica a la compresión y tracción del concreto.	Resistencia a la compresión	Ensayo a compresión axial	kg/cm ²	
			Resistencia a la tracción	Ensayo a tracción indirecta	kg/cm ²	

Fuente: Elaboración propia.

- **Variable independiente:**

Bacillus Subtilis: Según Barth, Aktories, Popoff & Gstiles, (2004) la bacteria pertenece a la familia Gram Positivos, generadores de esporas, debido a que crean membranas capaces de proteger en estado inactivo a la bacteria.

Dimensiones:

Dosificación: Son las proporciones que se utilizó en el diseño de mezcla del concreto para un $f'c$ 210 kg/cm²

Para obtener características que nos permitieron llegar a la resistencia, durabilidad y adherencia para el factor de compresión diseñado.

- **Variable dependiente:**

Resistencia mecánica: De acuerdo a la (NTP 339.034, 2008) La resistencia mecánica es la capacidad que todos los cuerpos poseen para resistir fuerzas aplicadas en sí mismo sin llegar a romperse.

Dimensiones:

Resistencia a la compresión: Son cargas axiales aplicadas antes de la ruptura. La resistencia a la compresión se mide en kg/cm², utilizando las normas ACI, NTP, ASTM. Aumentar los indicadores(indicadores)

Resistencia a la tracción: Son cargas de tracción aplicadas antes de la ruptura. La resistencia a la tracción se mide en kg/cm² utilizando las normas ACI, NTP, ASTM.

- **Indicadores:** se utilizó los siguientes indicadores.

Primer indicador cantidad de cel/ml: es la unidad de medida utilizada por la ATCC para contabilizar las cepas bacterianas contenidas en una solución de nutrientes.

Segundo indicador ensayo a compresión axial

Este procedimiento nos permite obtener resultados en las tres edades que estamos trabajando 7, 14 y 21 días. La carga que admite la probeta a ensayar, obteniendo como resultado dividiendo la carga última entre el área del testigo que se ha trabajado.

Tercer indicador ensayo a tracción indirecta

Se empleó este procedimiento con la finalidad de obtener sus propiedades y características en las edades de 7, 14 y 21 días en este ensayo se determinó el módulo de deformación y la resistencia a la fatiga de nuestras probetas cilíndricas.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.2. Población: Según Borja (2016, p.95), se considera población al conglomerado de elementos o agentes que son motivo de investigación. Por otro lado, Guillen y Valderrama, (2014) nos indica que la población es el conjunto de elementos de estudios con características parecidos, por consiguiente, la población es el conglomerado de individuos con características similares que son objeto de estudio (p.90). Por lo tanto, la población para el presente proyecto será el concreto de $f'c$ 210 kg/cm²

3.3.3. Muestra: Para Guillen y Valderrama (2014), nos dice que la muestra viene a ser un subconjunto de la población. Donde la muestra es una reacción de la población que se define con los estudios respectivos a las características del conjunto en general, en este caso fue el tipo de muestreo no probabilístico. En nuestro caso las muestras fueron las probetas de concreto el cual tuvo una medida de 4"x8", las cuales fueron ensayadas para determinar la resistencia mecánica de la bacteria Bacillus Subtilis en el concreto patrón con resistencia a la compresión de 210 kg/cm²(p.93).

Tabla 3. Cantidad de probetas cilíndricas para ensayos de rotura.

Días de rotura	Muestra patrón	Muestras con población bacteriana de 10^9 cel/ml	Parcial
	Probetas cilíndricas de resistencia a la compresión	Probetas cilíndricas de resistencia al corte	
7	6	6	12
14	6	6	12
28	6	6	12
Cantidad de probetas			36

Fuente: Elaboración propia.

Como criterio de exclusión, se considera que, en el día 7 de rotura tiene que pasar el promedio estimado. Si no pasa, se realiza el descarte de las probetas, y se vuelve a realizar el procedimiento.

Una vez preparado el concreto de acuerdo al diseño de mezclas tanto para el diseño patrón como para el diseño con modificación bacteriana, se procede a verter el concreto en las probetas cilíndricas de 4" x 8" donde se inicia el proceso de fraguado. Asimismo, la resistencia mecánica del concreto es medida a los 7, 14 y 28 días de fraguado, siendo el día 7 la prueba de descarte y comprobación de alcance del 80% de la resistencia máxima teórica.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el trabajo se empleó las técnicas e instrumentos de recolección de datos:

- El uso de la normativa ASTM 2014 a la par con el ACI 2014.
- Los documentos empleados son tesis, artículos, normativas, códigos vigentes y relacionados con el proyecto de investigación.

Por ello la técnica fue probabilística debido a que se emplearon cálculos de los cuales se tomaron nota, para luego certificarse mediante las muestras que se hicieron en los laboratorios donde se empleó un diseño de mezclas bajo los parámetros de las normas ACI, ASTM 2014. Los trabajos realizados en las muestras de concreto patrón y concreto con población bacteriana, nos permitieron recolectar la información necesaria, juntamente con el aval del jefe de laboratorio, para luego validar nuestras hipótesis.

Así mismo la validación y confiabilidad de los resultados fueron mediante los datos obtenidos de antecedentes previos. La validación del instrumento y las variables de estudio del proyecto fueron evaluados por los expertos durante todo el desarrollo del proyecto de investigación, Resistencia mecánica del concreto.

Instrumentos:

- Ficha técnica de la bacteria
- Ficha técnica del lactato de calcio
- Ficha técnica del cemento
- Norma técnica de la ASTM (norma técnica americana)

Tabla 4. Norma de cultivo bacteriano.

Norma	Descripción
ATCC®6051™	Americana

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Validez y confiabilidad:

Martines y March (2015, p.51), La validez nos hace mención sobre la herramienta que calculo una de las variables en mención a su confiabilidad donde esta hace mención al original en un resultado consistente.

La validación y su confiabilidad fueron llevados a cabo por el laboratorio donde se realizaron los ensayos.

3.5. Procedimiento.

Esta etapa del trabajo se realizó en las instalaciones del laboratorio Geo Control Perú S.A.C ubicado en el Distrito de Ate Santa Clara, utilizando agregados de la cantera de Cajamarquilla, localizado en el Distrito de Lurigancho. Donde en el laboratorio se hizo los siguientes trabajos, ensayo de los agregados finos y gruesos que cuentan con las distintas propiedades físicas. Asimismo, se realizó el ensayo de granulometría mediante tamizado dando como resultado un material bien gradado, realizando los ensayos a los materiales que se muestra datos de sus propiedades físicas y mecánicas que fueron necesarios para elaborar el diseño de mezclas, dicho procedimiento responde a la normativa ACI 2004. Donde todos estos detalles fueron reflejados en el certificado que fue entregado por el laboratorio debidamente firmado y visado por un profesional calificado. Posteriormente se preparó las probetas con la dosificación establecida en los diseños de mezclas empleando una balanza electrónica con una tolerancia de ± 0.01 gramos, una vez realizado la mezcla se procedió a llenar en las probetas cilíndricas de 4x8" y se almacenó de manera adecuada, esperamos su fraguado y a continuación el laboratorio hizo el ensayo de rotura de acuerdo a la normativa ASTM C39, por último, obtenido los datos de los resultados se procedió a analizar.

3.6. Método de análisis de datos

En esta etapa del proyecto se utilizó métodos no probabilísticos ya que los resultados que hemos obtenido son valores reales con datos confiables y fidedignos, luego de la rotura del concreto realizados en el laboratorio. Asimismo, el análisis fue básicamente con los certificados que son pruebas de los ensayos de laboratorio realizados a los diseños de mezclas con metodología de ASTM 2014. Luego fueron procesados en el programa SPSS, tablas de frecuencia, cuadros, gráficos de barra y circulares para realizar el análisis estadístico. El autor del proyecto se compromete cerciorar la veracidad del contenido junto a los resultados que se muestra. El proyecto de investigación ha cogido fuentes intelectuales que han sido correctamente citados.

3.7. Aspectos éticos

En este aspecto en la investigación se reunieron fuentes nacionales e internacionales de EBSCO, SCIELO, tesis y revistas donde se obtuvo información de fuentes confiables por consiguiente se sustenta con el uso del manual ISO 690 y 690-2. Asimismo, el tesista es consciente de investigador y comprometerse a respetar la verdad de los resultados y del contenido que se mostró al final del mismo, datos que son reales y sin ser alterados ya que fueron evaluados por el TURNITIN para corroborar la confiabilidad y claridad del producto. Este proyecto se realizó con la finalidad de adquirir nuevos conocimientos sobre la incidencia de la adición de bacteria *Bacillus Subtilis* en la resistencia mecánica del concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 . Se realizó el reconocimiento a las personas que asumen responsabilidad y que son ellos los que avalan el contenido de este trabajo que está citado correctamente; además fueron verificados, así como de toda las instituciones y personas que están involucrados en este trabajo que se realizó durante el proceso de esta investigación. Así mismo, se cumplió con las normativas vigentes que se detallaron en este proyecto.

IV. Resultados.

La investigación tuvo como título “Incidencia con adición de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la resistencia mecánica del concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima-2021”. Los trabajos se hicieron en el laboratorio GEOCONTROL PERU S.A.C. ubicado en el Distrito de Ate, provincia de Lima, departamento de Lima. Como se aprecia en la figura 2.



Figura 2. Ubicación de las pruebas a realizarse (laboratorio)

La obtención de agregados fue en la cantera de Cajamarquilla, en el distrito de Lurigancho, luego se procedió a llevar al laboratorio GEO CONTROL S.A.C. para realizar el ensayo correspondiente de los materiales, se constata en la siguiente figura 3.



Figura 3. Cantera de Cajamarquilla, provincia de Lima.

4.1. Datos técnicos de la bacteria Bacillus Subtilis

La bacteria Bacillus Subtilis con una población bacteriana de 10^9 cel/ml cultivado por Innova Biotech Agro S.A.C. se realizó la compra para ser enviado posteriormente a las instalaciones del laboratorio Geocontrol S.A.C., en la figura 4 se puede apreciar macroscópicamente la bacteria antes mencionada.



Figura 4. Cepa de población bacteriana (Bacillus Subtilis)

En la Figura 5, se puede ver la ficha técnica del lactato de calcio, y la presentación de material a adecuado de conservación y duración.



Figura 5. Frascos con contenido de lactato de calcio

4.2. Resultados obtenidos del ensayo de Slump

En la Tabla 5, se plasma lo obtenido en la prueba de Slump, que consta de tres ensayos de concreto patrón y 3 ensayos realizados de concreto con incorporación de población bacteriana, obteniendo una diferencia de 2.53% desfavorable del concreto modificado con población bacteriana de 10^9 cel/ml. de Bacillus Subtilis, pero estando entre el rango permitido del diseño, esto nos indicó menor trabajabilidad que el concreto patrón .

Tabla 5. Resultados de ensayo de consistencia.

Tipo de mezcla	Slump	Valor %	Diferencia (%)
Mezcla patrón	3.95	100.00%	0
Mezcla con 10^9 cel/ml	3.85	97.47%	-2.53%

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Resultado de ensayo de Slump

4.3. Resultado de las Pruebas a compresión

En la tabla 6, podemos observar los resultados de las muestras a compresión realizados a las probetas con 7 días de fraguado, donde se hicieron 3 probetas de concreto patrón y 3 de concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml. Las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayados a los 7 días de fraguado obtuvieron resistencias de 183.28 kg/cm², 182.63 kg/cm² y de 184.23 kg/cm² siendo estos valores mayores que los resultados obtenidos del concreto patrón que obtuvo 172.53 kg/cm², 176.56 kg/cm² y de 177.03 kg/cm² a los 7 días de fraguado.

Tabla 6. Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión a los 7 días.

Tipo de mezcla	Probeta 1		Probeta 2		Probeta 3		Promedio (kg/cm ²)	Promedio (%)
	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)		
Mezcla Patrón	172.53	82.15	176.56	84.078	177.03	84.30	175.38	83.51
Diseño con adición de población bacteriana	183.28	87.27	182.63	86.96	184.23	87.72	183.38	87.32

Fuente: Elaboración propia.

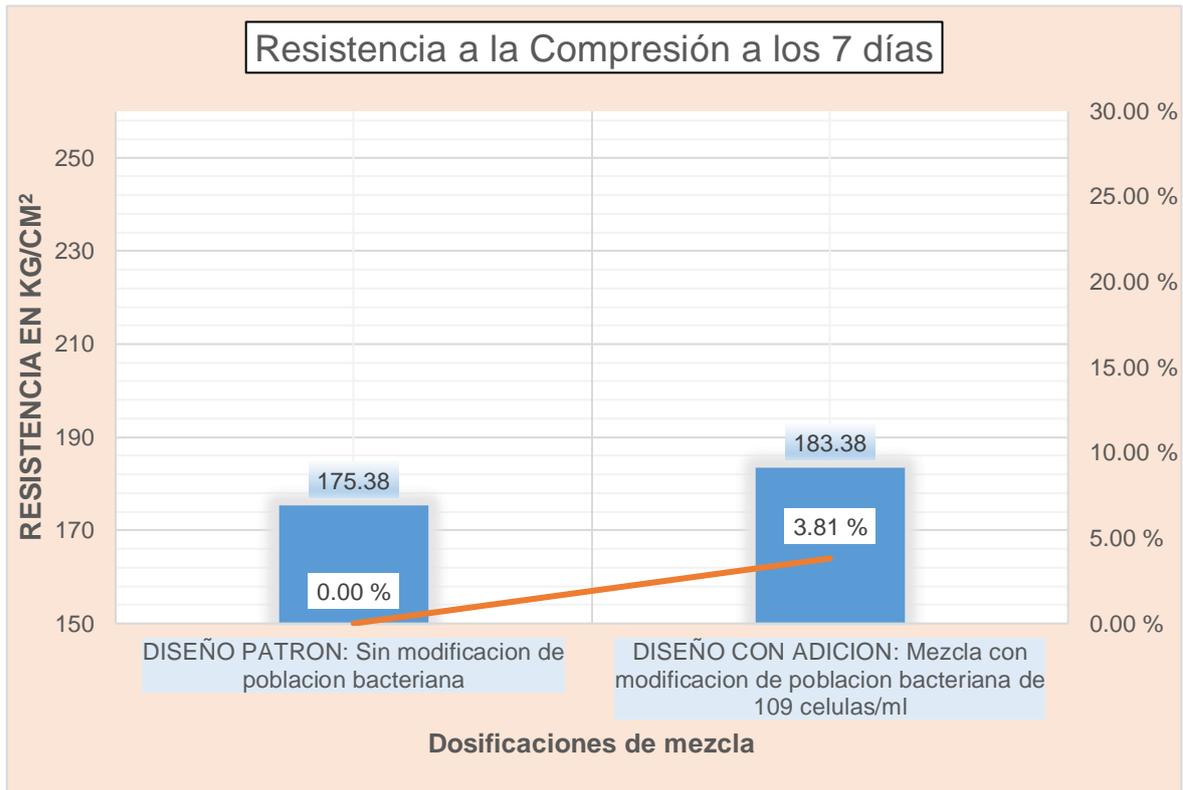


Figura 7. Resultado de ensayo a compresión a los 7 días.

En la tabla 7, se presentan los datos de las muestras a compresión realizados a las probetas con 14 días de fraguado, donde se fabricaron 3 probetas de concreto patrón y 3 de concreto con modificación bacteriana de 10^9 cel/ml. Las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayados obtuvieron resistencias de 211.28 kg/cm², 210.53 kg/cm² y de 212.37 kg/cm² siendo estos valores mayores que la resistencia de diseño que fue la de 210 kg/cm² y del concreto patrón que obtuvo 196.28 kg/cm², 194.00 kg/cm² y 194.52 kg/cm².

Tabla 7. Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión a los 14 días.

Tipo de mezcla	Probeta 1		Probeta 2		Probeta 3		Promedio (kg/cm ²)	Promedio (%)
	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)		
Mezcla Patrón	196.28	93.46	194.00	92.38	194.52	92.62	194.93	92.83
Diseño con adición de población bacteriana	211.28	100.61	210.53	100.25	212.37	101.12	211.39	100.67

Fuente: Elaboración propia.

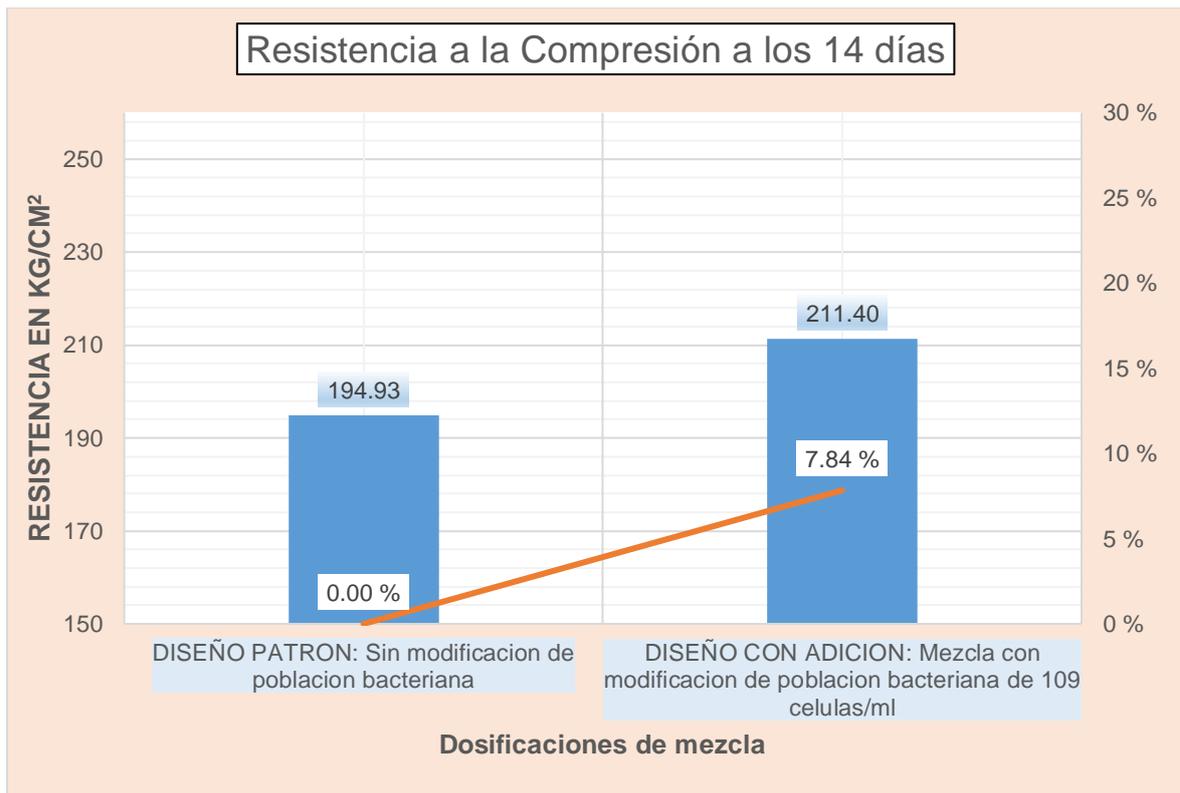


Figura 8. Resultado de ensayo a compresión a los 14 días

En la tabla 8, podemos observar los resultados de los ensayos a compresión realizados en las muestras con 28 días de fraguado, donde se fabricaron 3 probetas de concreto patrón y 3 de concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml. Las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayadas obteniendo resistencias de 254.56 kg/cm², 253.66 kg/cm², 255.87 kg/cm² sobrepasando en un 15 % la resistencia a la compresión de diseño que fue la de 210 kg/cm² y del concreto patrón se obtuvo 220.54 kg/cm², 217.98 kg/cm² y de 218.56 kg/cm² llegando al valor para el cual fue diseñado.

Tabla 8. resultados de las pruebas de resistencia a la compresión a los 28 días.

Tipo de mezcla	Probeta 1		Probeta 2		Probeta 3		Promedio (kg/cm ²)	Promedio (%)
	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)		
Mezcla Patrón	220.54	105.01	217.98	103.8	218.56	104.07	219.02	104.30
Diseño con adición de población bacteriana	254.56	121.21	253.66	120.78	255.87	121.84	254.69	121.28

Fuente: Elaboración propia.

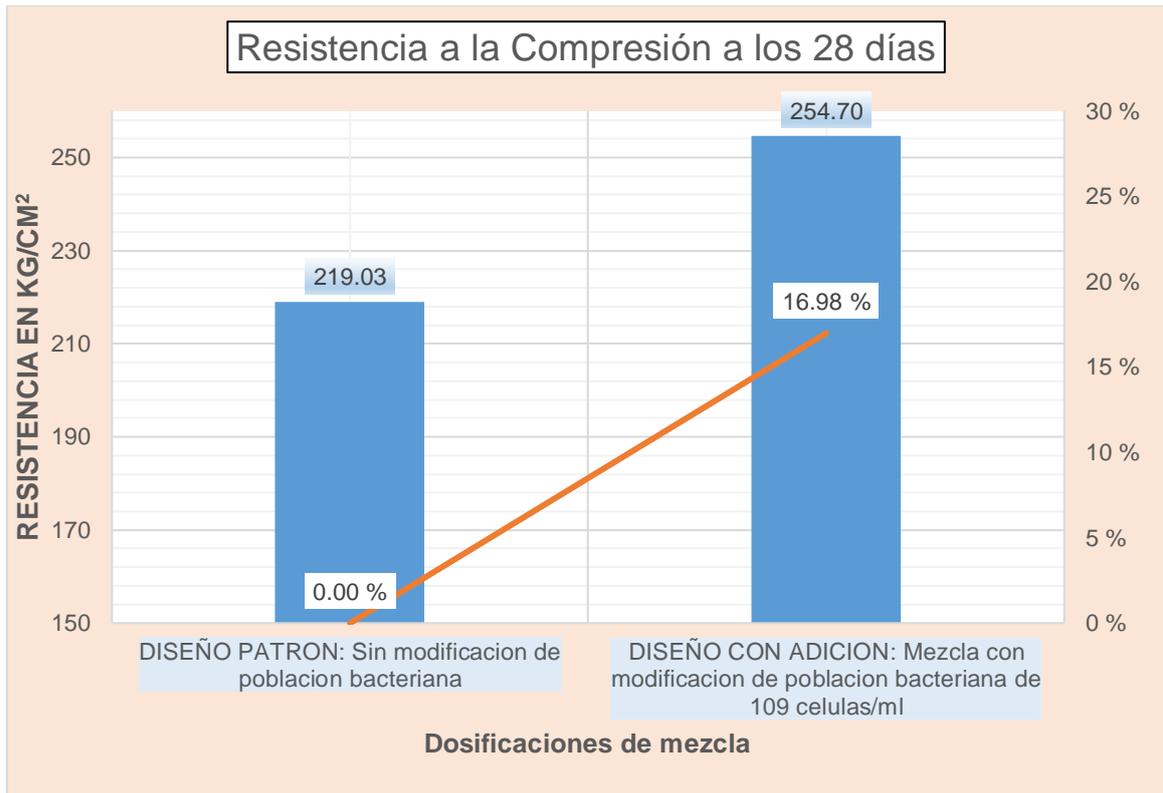


Figura 9. Pruebas realizadas a los 28 días

En la tabla 9, podemos plasmar los datos promedio de los ensayos a compresión realizados a las probetas con 7, 14 y 28 días de fraguado apreciando la diferencia favorable para un concreto con población bacteriana ya que este llegó a sobrepasar en 15.38% el valor de diseño a compresión.

Tabla 9. Resultado promedio de las pruebas de resistencia a la compresión.

Tipo de mezcla	7 días		14 días		28 días		Diferencia (kg/cm ²)	Diferencia (%)
	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)		
Mezcla Patrón	175.38	83.51	194.93	92.83	219.03	104.30	0	0
Diseño con adición de población bacteriana	183.38	87.32	211.40	100.67	254.70	121.28	35.67	16.98
							Promedio	16.98

Fuente: Elaboración propia.

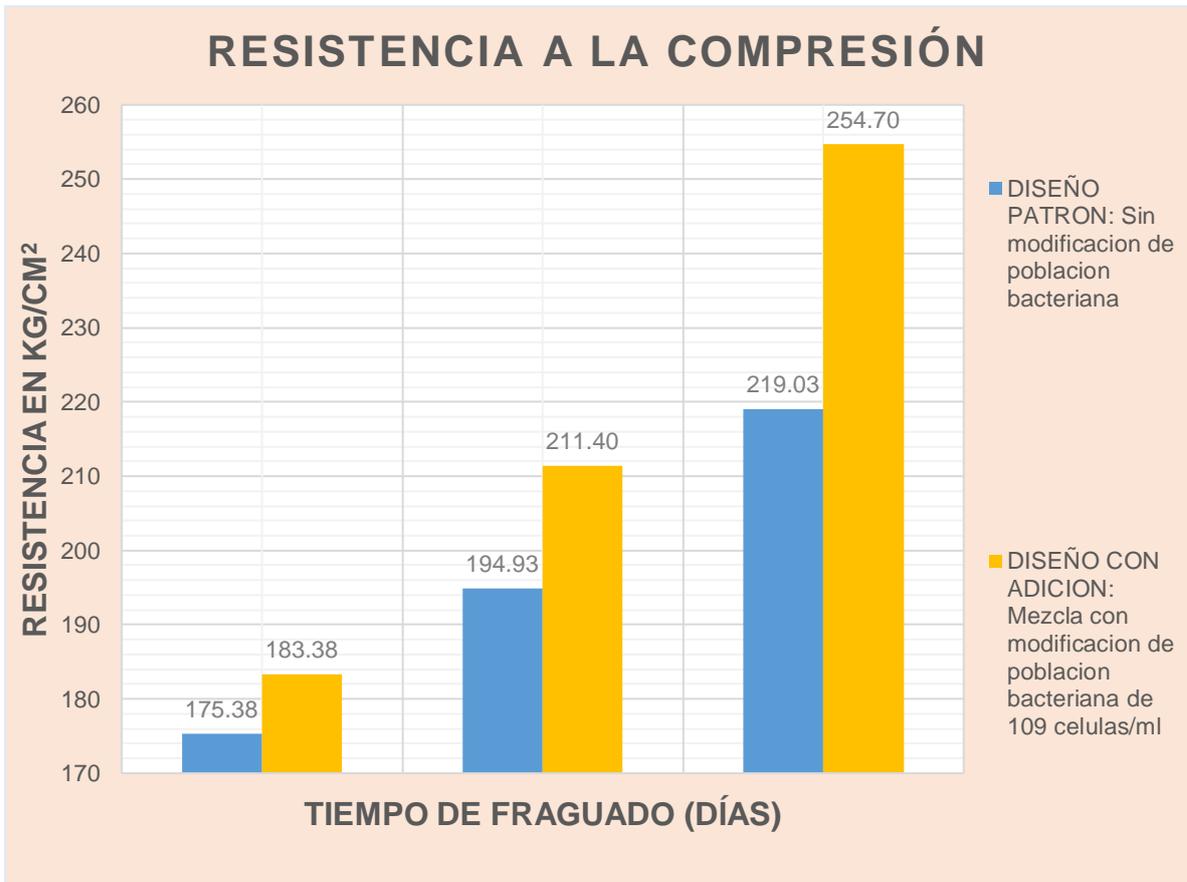


Figura 10. Resultado de Ensayo a Compresión a los 28 días.

4.4. Resultado de los ensayos de resistencia a la tracción

En la tabla 10, se puede observar los resultados de las muestras a la tracción realizados a las probetas con 7 días de fraguado, donde se fabricaron 3 probetas de concreto patrón y 3 de concreto con modificación bacteriana de 10^9 cel/ml. Las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayados a los 7 días de fraguado obtuvieron resistencias de 24.41 kg/cm², 23.79 kg/cm² y de 24.81 kg/cm² siendo estos valores mayores que los resultados obtenidos del concreto patrón que obtuvo 23.38 kg/cm², 23.05 kg/cm² y de 23.94 kg/cm² a los 7 días de fraguado.

Tabla 10. Resultados de las pruebas de resistencia a la tracción a los 7 días.

Tipo de mezcla	Probeta 1		Probeta 2		Probeta 3		Promedio (kg/cm ²)	Promedio (%)
	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)		
Mezcla Patrón	23.38	81.91	23.05	80.74	23.94	83.84	23.45	82.16
Diseño con adición de población bacteriana	24.41	85.48	23.79	83.33	24.81	86.88	24.33	85.23

Fuente: Elaboración propia

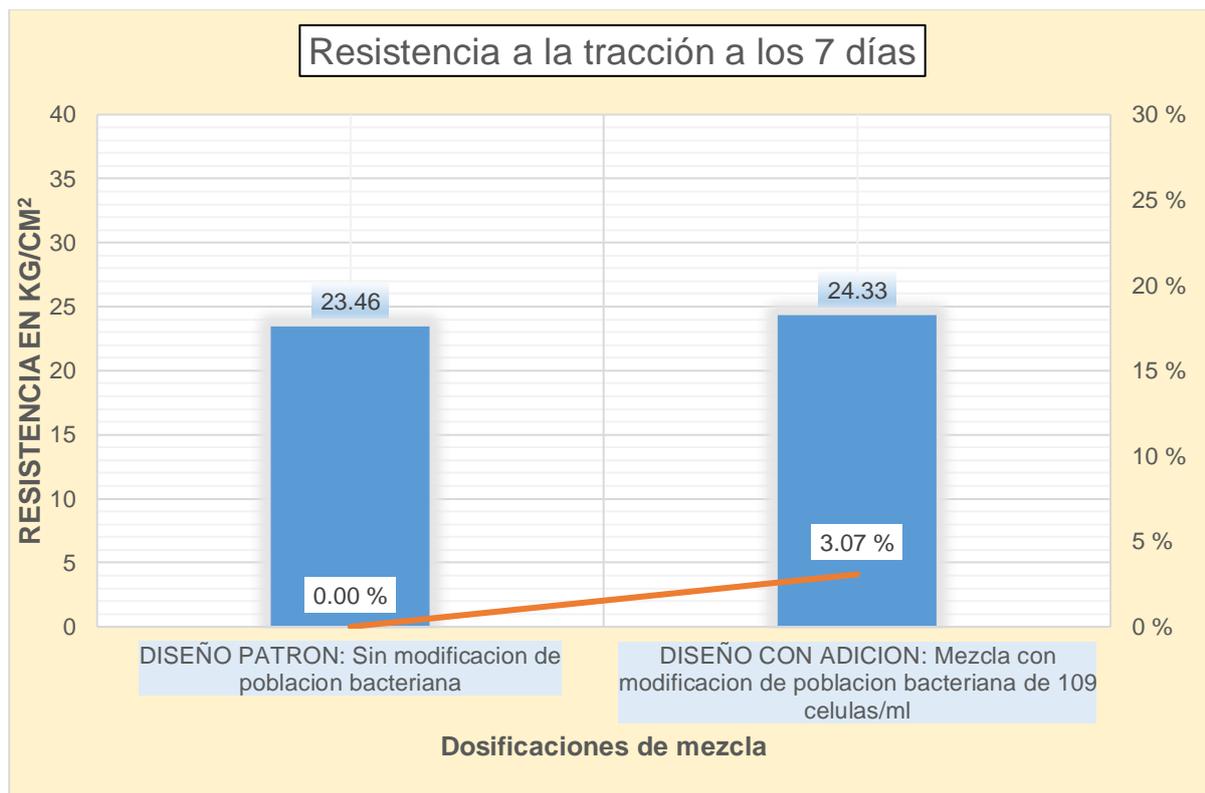


Figura 11. Resultado de ensayo a la tracción a los 7.

En la tabla 11, se presentan los resultados de los ensayos a la tracción realizados a las probetas con 14 días de fraguado, donde se fabricaron 3 probetas de concreto patrón y 3 de concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml. Las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayados obtuvieron resistencias de 27.37 kg/cm^2 , 26.68 kg/cm^2 y 28.20 kg/cm^2 siendo estos valores mayores que la resistencia de diseño que fue la de 210 kg/cm^2 y del concreto patrón que obtuvo 25.69 kg/cm^2 , 25.33 kg/cm^2 y de 26.30 kg/cm^2 .

Tabla 21. Resultados de las pruebas de resistencia a la tracción a los 14 días.

Tipo de mezcla	Probeta 1		Probeta 2		Probeta 3		Promedio (kg/Cm2)	Promedio (%)
	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)		
Mezcla Patrón	25.69	90.00	25.33	88.72	26.30	92.12	25.77	90.28
Diseño con adición de población bacteriana	27.37	95.88	26.68	93.47	28.20	98.79	27.42	96.04

Fuente: Elaboración propia

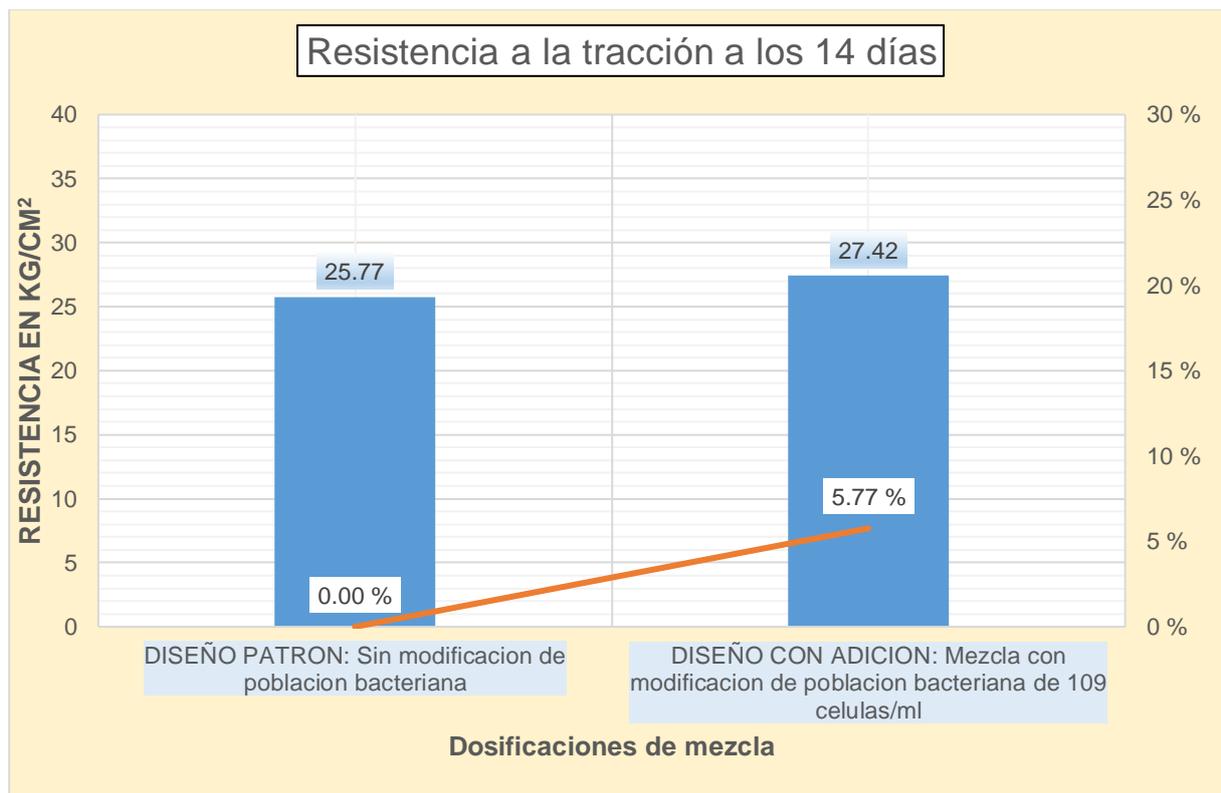


Figura 12. Resultado de ensayo a la tracción a los 14 días

En la tabla 12, podemos observar los resultados de los ensayos a la tracción realizados a las probetas con 28 días de fraguado, donde se fabricaron 3 probetas de concreto patrón y 3 de concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml. Las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayadas obteniendo resistencias de 32.98 kg/cm², 32.15 kg/cm², 33.98 kg/cm² sobrepasando en un 15 % la resistencia a la compresión de diseño que fue la de 210 kg/cm² y del concreto patrón se obtuvo 28.87 kg/cm², 28.46 kg/cm² y de 29.55 kg/cm² llegando al valor para el cual fue diseñado.

Tabla 32. Resultados de las pruebas de resistencia a la tracción a los 28 días.

Tipo de mezcla	Probeta 1		Probeta 2		Probeta 3		Promedio (kg/cm ²)	Promedio (%)
	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)		
Mezcla Patrón	28.87	101.12	28.46	99.68	29.55	103.50	28.96	101.44
Diseño con adición de población bacteriana	32.98	115.52	32.15	112.61	33.98	119.02	33.03	115.72

Fuente: Elaboración propia

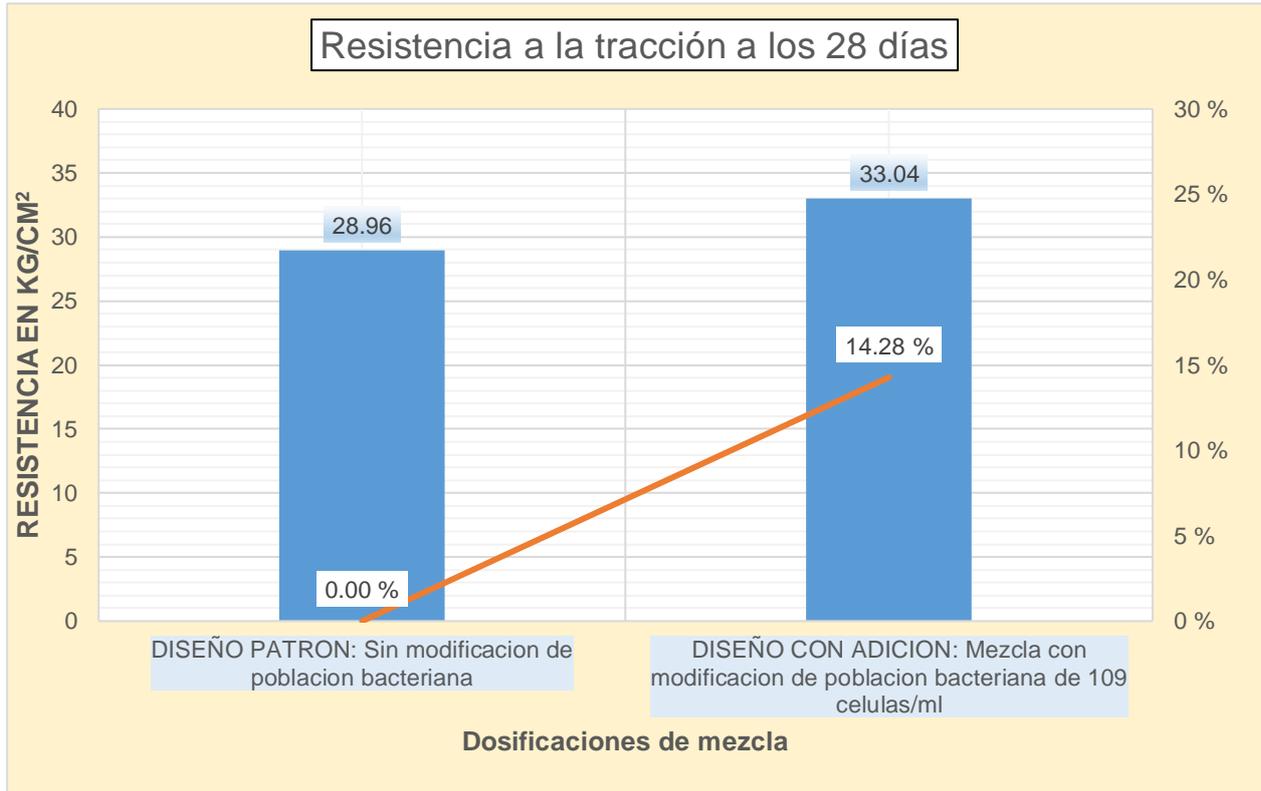


Figura 13. Resultado de ensayo a la tracción a los 28 días

En la tabla 13, podemos observar los resultados promedios de los ensayos de tracción realizados a las probetas con 7, 14 y 28 días de fraguado apreciando la diferencia favorable para un concreto con población bacteriana ya que este llego a sobrepasar en 14.28% el valor de diseño a tracción.

Tabla 3. Resultado promedio de las pruebas de resistencia a la tracción.

Tipo de mezcla	7 días		14 días		28 días		Diferencia (kg/cm ²)	Diferencia (%)
	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	f'c promedio (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)		
Mezcla Patrón	23.46	82.16 %	25.77	90.28 %	28.96	101.44 %	0	0
Diseño con adición de población bacteriana	24.33	85.23 %	27.42	96.04 %	33.04	115.72 %	4.08	14.28 %
							Promedio	14.28

Fuente: Elaboración propia

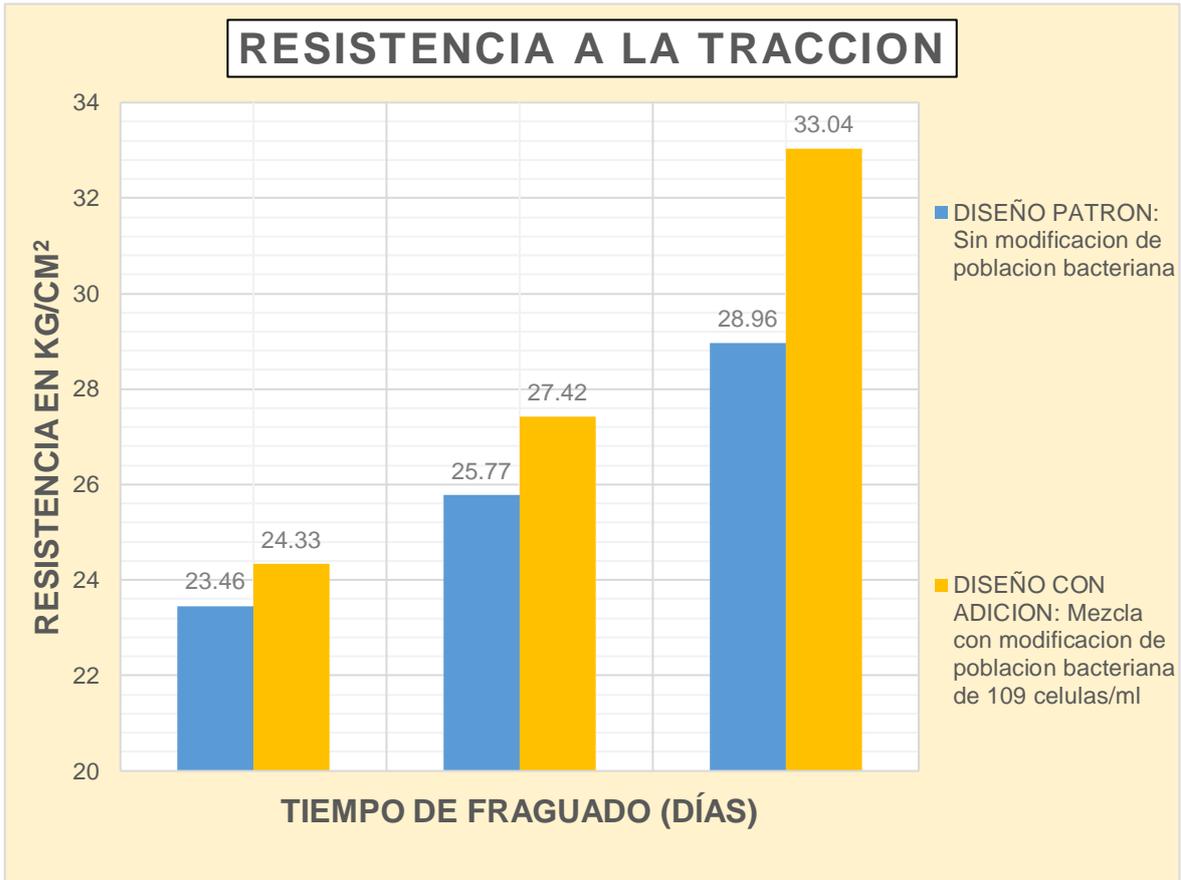


Figura 14. Resultado de ensayo a la tracción a los 28 días

4.5. Contrastación de Hipótesis

Respecto a la hipótesis 1

H1: La adición de la bacteria *Bacillus Subtilis* incide favorablemente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm²

Se realizó el análisis estadístico en base de los valores obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio, se empleó el software IBM SPSS Estatistics 23.

4.5.1. Estadístico descriptivo de la resistencia mecánica a los 28 días

En la Tabla 13, se muestra los valores del análisis descriptivo donde se indica la media de los resultados de las probetas ensayadas a compresión con 28 días de fraguado, obteniendo una media de 219.0267 kg/cm² del concreto patrón empleado y 254.6967 kg/cm² del concreto con población bacteria de *Bacillus Subtilis* 10⁹ cel/ml.

Tabla 44. Análisis descriptivo para muestras de 28 días de fraguado

	Dosificación	N	Media	95% de intervalo de confianza para la media		Desv. Estándar	Error Estándar	Mínimo	Máximo
				Limite Inferior	Limite superior				
Resistencia a la compresión	DISEÑO PATRON	3	219.0267	215.6922	222.3611	1.3423	0.7750	217.98	220.54
	DISEÑO CON MODIFICACION	3	254.6967	251.9360	257.4573	1.1113	0.6416	253.66	255.87

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Normalidad de datos resistencia mecánica a los 28 días

De acuerdo a la regla de la función Gaussiana el proyecto de investigación tuvo comportamiento paramétrico ya que el SIG > 0.05. En la Tabla 14, se muestra los resultados de la prueba de normalidad para las probetas a compresión con 28 días de fraguado donde el SIG obtuvo valores mayores al 0.05 para el concreto patrón "0.416" y el para el concreto con población bacteriana de *Bacillus Subtilis* "0.796" demostrando que los resultados tuvieron un comportamiento paramétrico.

Tabla 55. Resultados de la prueba estadística de normalidad del concreto a compresión a los 28 días.

Diseño	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – wilk		
	Estadístico	Gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Diseño patrón	0.30262094	3		0.909346555	3	0.416
Diseño modificado	0.21560394	3		0.988657526	3	0.796

Fuente: Elaboración propia

4.5.3. Prueba de hipótesis de resistencia mecánica a los 28 días

HO: La adición de la bacteria Bacillus Subtilis no incide favorablemente en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm²

En la Tabla 15, se plasman los datos del análisis estadístico del T STUDENT donde el resultado de significancia BILATERAL para el concreto con fraguado de 28 días tiene un resultado de “0.00” < 0.05 afirmando a la hipótesis alterna y rechazando a la hipótesis nula.

Tabla 16. Análisis del Tstudent del ensayo a compresión a los 28 días de fraguado.

Descripción	Media	Desv. Típica	Error Típico De la media	95% intervalo de confianza		T	gl	Sig bilateral
				Inferior	Superior			
Par 1: Dosificación - Resistencia Compresión	-236.36	19.02	7.76	-256.32	-216.39	-30.43	5	0.00

Fuente: Elaboración propia

En la Fig.15 se muestra el grafico de la media de los resultados del análisis estadístico del T STUDENT para el concreto a compresión con muestra patrón “219.03 kg/cm²” y para concreto con población bacteriana de Bacillus Subtilis “254.70 kg/cm²” con fraguado de 28 días.

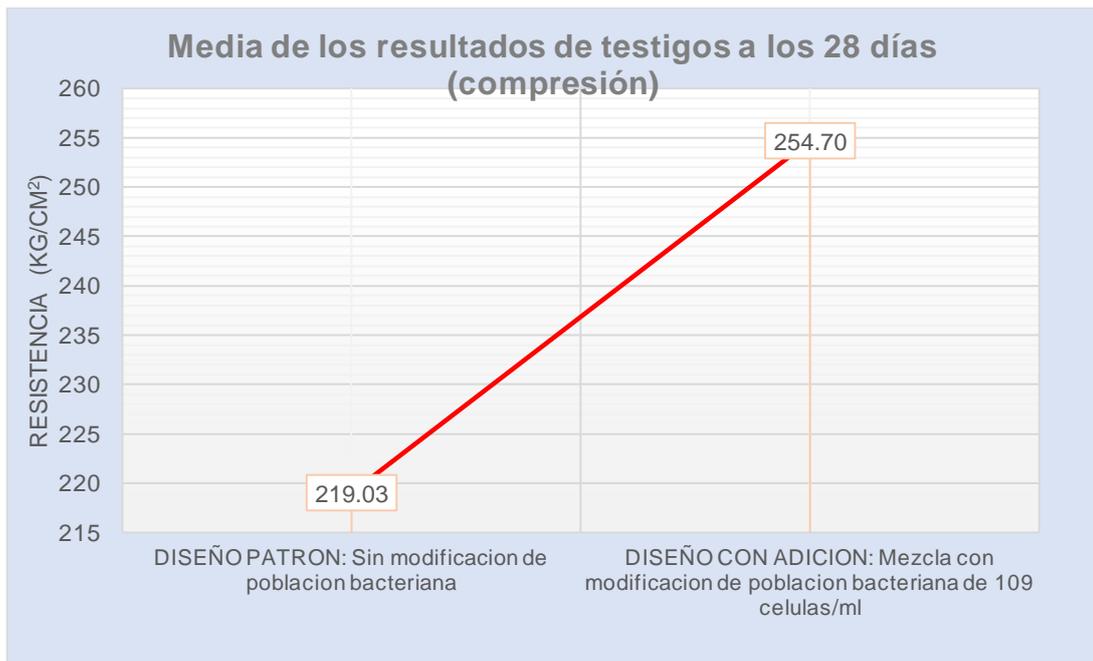


Figura 15. Medias de la resistencia a la compresión a los 28 días de fraguado

4.5.4. Comparación con HSD Tukey a los 28 días

Se desarrolló la comparación de las muestras a una edad de 28 días entre el diseño patrón y el diseño con adición de bacterias de 10^9 células/ml de Bacillus Subtilis.

Para el caso de las muestras sometidas a pruebas de compresión, como se observa en la Figura 16, se desarrolló la prueba de post - hoc de Tukey, se pudo observar que el diseño patrón y el diseño con población bacteriana de 10^9 , reflejan una significancia de (0.000) el cual es menor a (0.05), lo que sugiere que, existe una diferencia entre el diseño patrón y la muestra con bacterias de 10^9 cel/ml.

Resistencia a la compresión de testigos cilindricos (kg/cm ²) - HSD Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza para la media	
					Limite Inferior	Limite superior
DISEÑO PATRON	DISEÑO CON MODIFICACION	-35,670*	1.00611	0.000	-38.4634	-32.8766
DISEÑO CON MODIFICACION	DISEÑO PATRON	35,670*	1.00611	0.000	32.8766	38.4634

Figura 16. Comparación con HSD Tukey de la resistencia a la compresión a los 28 días

Respecto al hipótesis 2

H1: La adición de la bacteria Bacillus Subtilis incide favorablemente en la resistencia a la tracción del concreto $f'c$ 210 kg/cm²

Se realizó el análisis estadístico en base de los valores obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio, se empleó el software IBM SPSS Statistics 23.

4.5.5. Estadístico descriptivo de la resistencia mecánica a los 28 días

En la Tabla 16, se muestra los valores del análisis descriptivo donde se indica la media de los resultados de las probetas ensayadas a tracción con 28 días de fraguado, obteniendo una media de 28.9600 kg/cm² del concreto patrón empleado y 33.0367 kg/cm² del concreto con población bacteria de Bacillus Subtilis 10⁹ cel/ml.

Tabla 17. Análisis descriptivo para muestras de 28 días de fraguado

	Dosificación	N	Media	95% de intervalo de confianza para la media		Desv. Estándar	Error Estándar	Mínimo	Máximo
				Límite Inferior	Límite superior				
Resistencia a la tracción	DISEÑO PATRON	3	28.9600	27.5924	30.3276	0.5506	0.3179	28.46	29.55
	DISEÑO CON MODIFICACION	3	33.0367	30.7604	35.3129	0.9163	0.5290	32.15	33.98

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6. Normalidad de datos resistencia mecánica a los 28 días

De acuerdo a la regla de la función Gaussiana el proyecto de investigación tiene comportamiento paramétrico ya que el SIG > 0.05. En la tabla 17, se muestra los valores de la prueba de normalidad para las probetas a tracción con 28 días de fraguado donde el SIG sale con valores mayores al 0.05 para el concreto patrón "0.729" y el para el concreto con población bacteriana de Bacillus Subtilis "0.898" demostrando que los resultados tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 18. Resultados de la prueba estadística de normalidad del concreto a tracción a los 28 días.

Diseño	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – wilk		
	Estadístico	Gl	Sig	Estadístico	Gl	Sig
Diseño patrón	0.231594172	3		0.97995711	3	0.729
Diseño modificado	0.191322299	3		0.997131684	3	0.898

Fuente: Elaboración propia

4.5.7. Prueba de hipótesis de resistencia mecánica a los 28 días

HO: La adición de la bacteria Bacillus Subtilis no incide favorablemente en la resistencia a la tracción del concreto f'c 210 kg/cm².

En la tabla 18, se plasman los datos del análisis estadístico del T STUDENT donde el resultado de significancia BILATERAL para el concreto con fraguado de 28 días tiene un resultado de “0.00” < 0.05 afirmando a la hipótesis alterna y rechazando a la hipótesis nula.

Tabla 18. Análisis del Tstudent del ensayo a la tracción a los 28 días de fraguado.

Descripción	Media	Desv. Típica	Error Típico De la media	95% intervalo de confianza		T	gl	Sig bilateral
				Inferior	Superior			
Par 2: Dosificación - Resistencia Tracción	-30.49	1.815	0.74	-32.40	-28.59	-41.14	5	0.00

Fuente: Elaboración propia

En la Fig. 17 se muestra el gráfico de la media de los resultados del análisis estadístico del T STUDENT para el concreto a tracción con muestra patrón “28.96 kg/cm²” y para concreto con población bacteriana de Bacillus Subtilis “33.04 kg/cm²” con fraguado de 28 días.

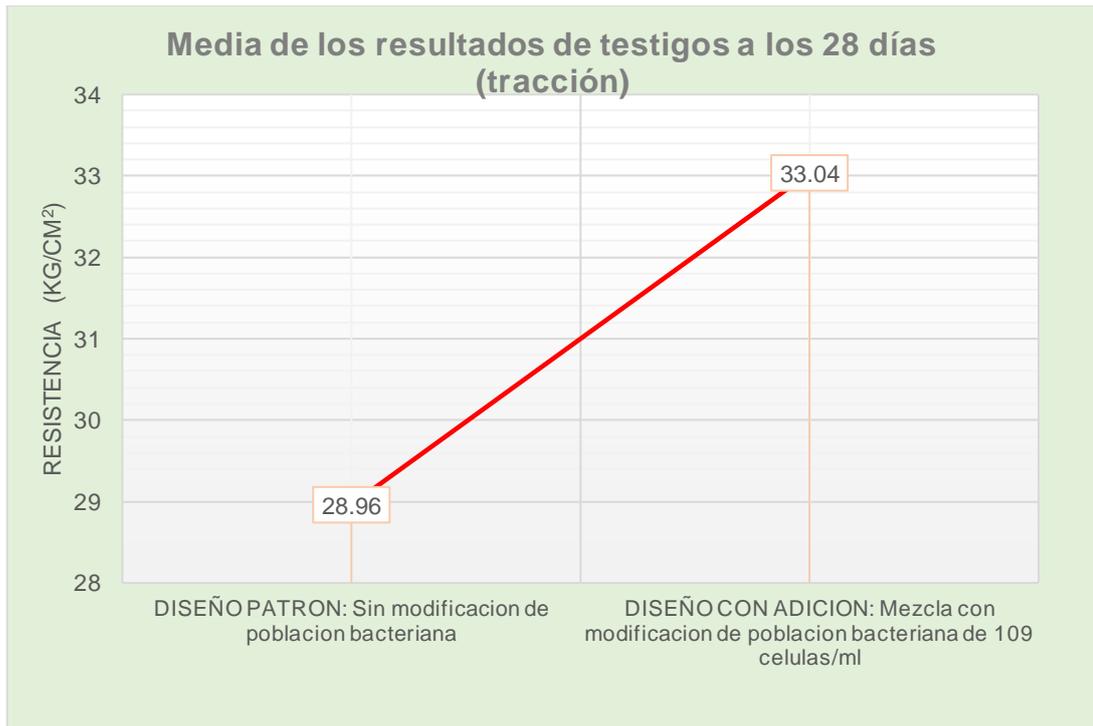


Figura 17. Medias de la resistencia a la tracción a los 28 días de fraguado.

4.5.8. Comparación con HSD Tukey a los 28 días

Se desarrolló la comparación de las muestras a una edad de 28 días entre el diseño patrón y el diseño con adición de bacterias de 10^9 células/ml de Bacillus Subtilis.

Muestras sometidas a pruebas de tracción, como se observa en la Figura 18, se desarrolló la prueba de post - hoc de Tukey, se pudo apreciar que el diseño patrón y el diseño con población bacteriana de 10^9 , reflejan una significancia de (0.003) el cual es menor a (0.05), lo que sugiere que, hay una diferencia entre el diseño patrón y la muestra con bacterias de 10^9 cel/ml.

Resistencia a la tracción de testigos cilindricos (kg/cm ²) - HSD Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza para la media	
					Limite Inferior	Limite superior
DISEÑO PATRON	DISEÑO CON MODIFICACION	-4,077*	0.61718	0.003	-5.7902	-2.3631
DISEÑO CON MODIFICACION	DISEÑO PATRON	4,077*	0.61718	0.003	2.3631	5.7902

Figura 16. Comparación con HSD Tukey de la resistencia a la tracción a los 28 días

Ratificando, la hipótesis alterna del proyecto de investigación “La adición de la bacteria Bacillus Subtilis incide favorablemente en la resistencia mecánica del concreto f'c 210 kg/cm², Lima - 2021”.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Determinar la incidencia de adición de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la resistencia mecánica del concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima-2021

Respecto al objetivo general la incidencia de la bacteria *Bacillus Subtilis* ha sido determinada dentro de la resistencia mecánica del concreto obteniendo un porcentaje del 15.38 % respecto a la muestra patrón, se trabajó con una población bacteriana de 10⁹ cel/ml es factible la adición de la bacteria en esa proporción.

Tal cual Mors & Jonkers, (2011), obtuvieron resultados positivos en su investigación utilizando bacterias, favoreciendo la resistencia a la compresión de dichas cápsulas al ser empleadas en la elaboración del concreto obteniendo una mejora del 20% con respecto a su muestra patrón. Sin embargo, en el presente trabajo se emplea el método de inducción directa porque la reacción de la bacteria con el concreto es más rápida respecto al método del encapsulado. El resultado que obtienen los investigadores de referencia es debido a que se ha empleado el método de encapsulamiento el cual consiste en encapsular las cepas bacterianas en arcilla expansiva, por otro lado, el método empleado en este trabajo de investigación al ser un método de inducción directa se adhiere el nutriente de lactado de calcio a la población bacteriana, para reemplazar en un 50% el porcentaje de agua en el diseño de mezcla para un $f'c$ de 210 kg/cm².

Discusión 2: Evaluar la incidencia con adición de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima-2021

En relación al primer objetivo específico la incidencia de la bacteria *Bacillus Subtilis* se expresa en la resistencia a la compresión a través del ensayo de laboratorio empleado que viene a ser el método de ensayo a compresión axial, podemos cerciorar los datos promedio de los ensayos a compresión realizados a las probetas En la tabla 6, en ello podemos observar los resultados de las muestras a compresión realizados a las probetas con 7 días de fraguado, donde se elaboraron 3 probetas de concreto patrón y 3 probetas de concreto con población bacteriana de 10⁹ cel/ml. Las probetas de concreto en la cual se agregó población bacteriana ensayados a los 7 días de fraguado en ello se obtuvieron resistencias de 183.28

kg/cm², 182.63 kg/cm² y de 184.23 kg/cm² siendo estos valores mayores que los resultados obtenidos del concreto patrón que obtuvo 172.53 kg/cm², 176.56 kg/cm² y de 177.03 kg/cm² a los 7 días de fraguado. En la tabla 7, se presentan los datos de las muestras a compresión realizados a las probetas con 14 días de fraguado, donde se realizaron 3 probetas de concreto patrón y 3 de concreto con modificación bacteriana de 10⁹ cel/ml. Las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayados obtuvieron resistencias de 211.28 kg/cm², 210.53 kg/cm² y de 212.37 kg/cm² siendo estos valores mayores que la resistencia de diseño que fue de 210 kg/cm² y del concreto patrón que obtuvo 196.28 kg/cm², 194.00 kg/cm² y 194.52 kg/cm².

En la tabla 8, donde podemos observar los resultados de los ensayos a compresión realizados en las muestras con 28 días de fraguado, donde se elaboraron 3 probetas de concreto patrón y 3 de concreto con población bacteriana de 10⁹ cel/ml. En las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayadas se obtuvieron resistencias de 254.56 kg/cm², 253.66 kg/cm², 255.87 kg/cm² sobrepasando en un 15 % la resistencia a la compresión de diseño que fue de 210 kg/cm² mientras del concreto patrón los resultados que se obtuvieron fueron 220.54 kg/cm², 217.98 kg/cm² y de 218.56 kg/cm² llegando al valor para el cual fue diseñado.

En la investigación que realiza Moirangthem,(2017), la introducción de bacterias en el concreto es beneficiosa debido a la mejora en las propiedades mecánicas del concreto convencional, las bacterias reparan grietas en el concreto al producir carbonato de calcio cristalino. El crecimiento de cristales de carbonato de calcio reduce la permeabilidad al reducir el ancho de la grieta de 0,5 mm a 0,35 mm. La resistencia a la compresión aumentó en 30,76% en 3 días, 46,15% en 7 días y 32,21% en 28 días, en el modelo matemático se encontró que el concreto microbiano tenía tensión y valores variables.

Discusión 3: Analizar la incidencia con adición de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la resistencia a la tracción del concreto f'c 210 kg/cm², Lima-2021

En relación al segundo objetivo específico la incidencia de la bacteria *Bacillus Subtilis* se determina en la resistencia a la tracción del concreto a través del ensayo

de laboratorio, mediante ensayo a tracción indirecta que se deja en mención los resultados obtenidos en la tabla 10, donde se puede observar los resultados de las muestras a la tracción realizados a las probetas con 7 días de fraguado, en el cual se elaboraron 3 probetas de concreto patrón y 3 probetas de concreto con modificación bacteriana de 10^9 cel/ml. Las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayados en los primeros 7 días de fraguado obtuvieron resistencias de 24.41 kg/cm^2 , 23.79 kg/cm^2 y de 24.81 kg/cm^2 siendo estos valores mayores que los resultados obtenidos del concreto patrón que obtuvo 23.38 kg/cm^2 , 23.05 kg/cm^2 y de 23.94 kg/cm^2 a los 7 días de fraguado. En la tabla 11, de igual manera se presentan los resultados de los ensayos a la tracción realizados a las probetas con 14 días de fraguado, donde se realizan 3 probetas de concreto patrón y 3 probetas de concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml. Las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayados obtuvieron resistencias de 27.37 kg/cm^2 , 26.68 kg/cm^2 y 28.20 kg/cm^2 siendo estos valores mayores que la resistencia de diseño que fue la de 210 kg/cm^2 y del concreto patrón que obtuvo 25.69 kg/cm^2 , 25.33 kg/cm^2 y de 26.30 kg/cm^2 .

De igual manera en la tabla 12, podemos observar los resultados de los ensayos a la tracción realizados a las probetas a los 28 días de fraguado, donde se realizaron 3 probetas de concreto patrón y 3 de concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml. Las probetas de concreto con adición de población bacteriana ensayadas obteniendo resistencias de 32.98 kg/cm^2 , 32.15 kg/cm^2 , 33.98 kg/cm^2 sobrepasando en un 15 % la resistencia a la tracción de diseño que fue de 210 kg/cm^2 y del concreto patrón se obtuvo 28.87 kg/cm^2 , 28.46 kg/cm^2 y de 29.55 kg/cm^2 llegando al valor para el cual fue diseñado.

Según los investigadores Palmer Lozada & Pulido Vargas, (2020) la utilización de bacterias *Bacillus Pseudofirmus* mejora las propiedades del concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 , en San Martín de Porres. Respecto a los resultados obtenidos y la resistencia a la tracción de la muestra de control, los resultados fueron 35.08 kg/cm^2 y 60.16 kg/cm^2 a los 7 y 28 días respectivamente, es decir 5×10^6 cel/ml dentro de los mismos parámetros del diseño de mezcla que contiene la bacteria *Bacillus Sphaericus*. La concentración bacteriana tuvo un efecto positivo sobre el concreto, alcanzando resistencias de $54,91 \text{ kg/cm}^2$ y $72,76 \text{ kg/cm}^2$ en 7 y 28 días.

Por lo tanto, se puede percibir en los resultados que se obtiene en la prueba de tracción indirecta a la cual fueron sometidos las probetas de concreto con adición de población bacteriana respecto a las probetas convencionales oscilando la variación del porcentaje promedio en 15% a los 28 días de fraguado al aplicar una carga máxima y resistencia máxima al cual fue sometido las muestras antes mencionadas y el grafico de carga y tiempo para finalmente calcular la carga máxima aplicada.

Se aprecia que hay una aproximación a los resultados de Palmer Lozada & Pulido Vargas a los 7 días sin embargo hay una gran variación a los 28 días respecto a los autores mencionados respecto a los resultados que se ha obtenido.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determina que el uso de la bacteria *Bacillus Subtilis* con población bacteriana de 10^9 cel/ml en la elaboración del concreto con $f'c$ 210 kg/cm² incide de positivamente incrementando la resistencia mecánica del concreto endurecido, ratificando de acuerdo a los estudios y ensayos realizados que la hipótesis general planteada en la matriz se cumple porque el uso de poblaciones bacterianas de *Bacillus Subtilis* aumentan en un 15.38% los datos que se obtiene en la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de fraguado en base a un concreto patrón con $f'c$ 210 kg/cm², siendo esto un punto favorable para el uso de concretos con adición de bacterias *Bacillus Subtilis*.
2. El concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml obtuvo un valor promedio de 3.70 pulgadas estando el rango de asentamientos establecidos por el ACI, por ende, el concreto con población bacteriana no tendrá ningún problema con la trabajabilidad al momento de emplearse con una población bacteriana de 10^9 cel/ml de *Bacillus Subtilis* y tiene resistencia promedio de 193.84 kg/cm² a los 7 días de fraguado, 213.22 kg/cm² a los 14 días de fraguado y 242.29 kg/cm² a los 28 días de haber fraguado siendo estos valores mayores a los promedios alcanzados de los ensayos a compresión del concreto patrón 172.86 kg/cm² a los 7 días de fraguado, 190.08 kg/cm² a los 14 días de fraguado y 213.57 kg/cm², demostrando así la influencia positiva que tiene la bacteria *Bacillus Subtilis* como insumo en la elaboración del concreto.
3. El concreto con adición de población bacteriana de 10^9 cel/ml de *Bacillus Subtilis* supera en tan solo 14 días de fraguado al concreto patrón obteniendo un valor promedio de 213.22 kg/cm² en base al $f'c$ de diseño 210kg/cm². Cabe mencionar también en relación de los resultados estadísticos obtenidos de los ensayos a compresión realizados en el laboratorio, se puede decir que la adición de la bacteria *Bacillus Subtilis* incide positivamente en la resistencia mecánica de un concreto patrón de $f'c$ 210 kg/cm².

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización de la bacteria *Bacillus Subtilis* en una proporción de 10^9 cel/ml ya que incrementa la resistencia mecánica del concreto.
2. Se recomienda que la población bacteriana de *Bacillus Subtilis* se utilice 10^9 cel/ml con lactato de Calcio como nutriente. Con esta proporción, la resistencia a la compresión supera al $f'c$ de diseño a los 28 días de fraguado.
3. Se sugiere que, para la curación de fisuras a niveles microscópicos y macroscópicos, agregar una población de *Bacillus Subtilis* asociada con el incremento de cristales de carbonato de calcio y continuar estudios específicos.
4. Se recomienda continuar la investigación con otras adiciones de la bacteria y otros ensayos que no se empleó en esta investigación.

REFERENCIAS

ALCARAZ, Jesús. PARRA, Carlos. Hormigones auto- regenerantes: mecanismos y procesos de autosellado de fisuras. Departamento de arquitectura y tecnología de la edificación [en línea]. Anuario de jóvenes investigadores, Vol. 8, 2015. [Fecha de consulta 17 de setiembre de 2020]

Disponible en <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/>

ANBU, Periasamy. KANG, Chang-Ho. SHIN, Yu-Jin. Formations of calcium carbonate minerals by bacteria and its multiple applications. Springer Plus. Republic of Korea [en línea]. Vol. 5. Article 250, 2016. [Fecha de consulta 17 de setiembre de 2020]

Disponible en <https://springerplus.springeropen.com/articles>

ASCATE Mego, Clarita, MIRANDA Torres, Ana. Diseño de in concreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia en un concreto f'c 210 kg/cm² [Tesis para obtener el título profesional, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional, Tarapoto. [Fecha de consulta 20 de setiembre de 2021]

Disponible en

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46462/Ascate_MC

GIRALDO, Mora, Autorreparación De Fisuras En Concreto Rígido Para Pavimentos Mediante La Adición De Bacterias Bioprecipitadoras De Carbonato De Calcio - Estado Del Arte Y Diseño Experimental, Bogotá, D.C mayo De 2017 [Fecha de consulta 17 de setiembre de 2020].

Disponible en:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/60199/1019037797.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ASENJO Alarcón, Édison, Influencia de la incorporación del aditivo bacteriano en la reparación del proceso de fisuración controlada del concreto. [Tesis para Título Profesional, Universidad Nacional de Cajamarca. [Fecha de consulta 16 de setiembre de 2021]

Disponible en <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3243>

ARNALIZ, Carmen. ISAC, Laura. LEBRATO, Julián. Determinación de la biomasa en procesos biológicos. I. Métodos directos e indirectos. Grupo de tratamiento de aguas residuales. Escuela Universitaria Politécnica [en línea]. Universidad de Sevilla. Tecnología del agua, 2000. [Fecha de consulta 15 de agosto de 2020]
Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/323878369>

ARRIETA, Rodríguez, MARCO, Tulio. Biomineralización aplicada a la mitigación de procesos erosivos superficiales, en un suelo tropical de la ciudad de Medellín. Universidad Nacional de Colombia. Maestría en Ingeniería – Geotecnia. Tesis de grado. En [línea] 2016. [Fecha de consulta 15 de agosto de 2020]
Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/11055327.pdf>

ATLAS, Ronald. Handbook of microbiological media. Taylor & Francis Group [línea]. Washington, D.C. Cuarta Edición. 2010. [Fecha de consulta 16 de agosto de 2020]
Disponible en <https://books.google.com.pe/books?hl=pg=P>
ISBN: 9781439804063

BANG, Sookie. GALINAT, Johnna. Calcite precipitation induced by polyurethane-immobilized *Bacillus pasteurii*. EEUU. Department of Chemistry and Chemical Engineering, South Dakota School of Mines and Technology [línea]. Elsevier, Vol.28. 2001. [Fecha de consulta 16 de agosto de 2020] Disponible en <https://europepmc.org/article/med/11240198>

BAPTISTA Lucio, FERNANDEZ Collado, HERNADEZ Sampieri, Metodología de la Investigación. México D.F: McGraw-Hill. [Fecha de consulta 16 de agosto de 2021]
Disponible en
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56759454/21063639-HERNANDEZ-SAMPIERI>

BORJA, Manuel. Metodología de la Investigación Científica para ingenieros [línea]. Chiclayo, 2016. [Fecha de consulta 16 de agosto de 2020]

Disponible en <https://www.academia.edu/33692697>

BRANDAO, Pedro. LIZARAZO, Juan. MONTAÑO, Sandra. Aislamiento de bacterias formadoras de calcita presentes en muestras de cemento de Colombia. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá [línea]. Trabajo de pregrado, Programa académico: Biología, 2013. [Fecha de consulta 20 de agosto de 2020]
Disponible en <http://scienti.colciencias.gov.co:8081>

BRANDAO, Pedro. LIZARAZO, Juan. MONTAÑO, Sandra. Calcium carbonate induced precipitation by native bacteria with potential use in biotechnological applications. VI International Conference on Environmental, Industrial and Applied Microbiology BioMicroWorld2015 [línea]. Barcelona, España, 2015. [Fecha de consulta 20 de agosto de 2020]
Disponible en <https://scienti.minciencias.gov.co>

CUERVO, Jorge. (2010). Aislamiento y caracterización de *Bacillus* spp como fijadores biológicos de nitrógeno y solubilizadores de fosfatos en dos muestras de biofertilizantes comerciales. Tesis de licenciatura, Pontificia, [Fecha de consulta 20 de agosto de 2021]

Disponible en:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8434/tesis404.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHAHAL, Navneet. SIDDIQUE, Rafat. RAJOR, Anita. Influence of bacteria on the compressive strength, water absorption and rapid chloride permeability of concrete incorporating silica fume. Punjab, India. Department of Biotechnology and Environmental Sciences [línea]. Thapar University. Elsevier, Vol. 37, 2012. [Fecha de consulta 20 de agosto de 2020]

Disponible en <https://www.academia.edu/21994812>

DÁVILA, Gladys. El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales [línea]. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. Revista de Educación Laurus, vol. 12, 2006. [Fecha de consulta 20 de agosto de 2020]

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>

DE MUYNCK, Willem. DE BELIE, Nele. VERSTRAETE, Willy. Microbial carbonate precipitation in construction materials [línea]. Ecological Engineering Vol. N.º 36, 2010. [Fecha de consulta 20 de agosto de 2020]

Disponible en <https://www.researchgate.net/publication>

DE ROOIJ, Mario. VAN TITTELBOOM, Kim. DE BELIE, Nele. SCHLANGEN, Erik. Selfhealing Phenomena in Cement-Based Materials. State of the Art Report of RILEM Technical Committee 221-SHC, Selfhealing Phenomena in Cement Based Materials [línea]. Springer. Volumen N° 11, 2013. [Fecha de consulta 20 de agosto de 2020]

Disponible en <https://link.springer.com/book/10.1007>

ISBN: 9789400766235

ECHEVARRÍA, Yuri. Protección de especies de lantánidos por intercalación en silicatos y aluminosilicatos laminares [línea]. Universidad de Chile. Programa de doctorado en Química. Chile, 2011. [Fecha de consulta 20 de agosto de 2020]

Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105219>

EGAS, Diego. Microscopía electrónica: Fundamentos, teoría y aplicaciones [línea]. Tesis de grado. Escuela politécnica nacional. Facultad de ingeniería eléctrica. Quito-Ecuador, 1998. [Fecha de consulta 20 de agosto de 2020] Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10421>

EL ENEIN, Abo. TALKHAN, Fatma. Application of microbial biocementation to improve the physico-mechanical properties of cement mortar [línea]. Egipto. Housing and Building National Research Center. HBRC Journal. Vol. 9, 2013. [Fecha de consulta 21 de agosto de 2020]

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article>

GANENDRA, Giovanni. DE MUYNCK, Willem. HO, Adrian. [et.al.]. Formate oxidation Driven Calcium Carbonate Precipitation by Methylocystis parvus OBBP [línea]. Volume N° 80, 2014. [Fecha de consulta 10 de agosto de 2020]

Disponible en <https://aem.asm.org/content/80/15/4659.short>

GIRALDO, Nicolas. Autorreparación de fisuras en concreto rígido para pavimentos mediante la adición de bacterias bioprecipitadoras de carbonato de calcio -estado del arte y diseño experimental [línea]. Maestría en Ingeniería – Geotecnia. Tesis de grado. 2016. [Fecha de consulta 16 de agosto de 2020]

Disponible en <https://docplayer.es/71528017>

HERNÁNDEZ, Roberto. FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del pilar. Metodología de la investigación [línea]. 6ta ed. México. McGRAW-HILL, 2014. [Fecha de consulta 16 de agosto de 2020]

Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads>
ISBN: 9781456223960

HURTADO, Jacqueline. Metodología de la Investigación Holística [línea]. 3ra ed. Caracas. Fundación Sypal, 2000. [Fecha de consulta 16 de agosto de 2020]

Disponible en <https://ayudacontextos.files.wordpress.com/2018/04>

ISBN: 9806306066

MIHASHI Nishiwaki. Development of Engineered Self-Healing and Self-Repairing Concrete. Journal of Advanced Concrete Technology [línea]. Materials, Structures and Environment. 2012. [Fecha de consulta 05 de agosto de 2020]

Disponible en <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jact/10/5/10>

JONKERS Henk, M. Bacteria based self-healing concrete [línea]. Delft University of Technology. Heron Journal. Vol. N° 56, 2011. [Fecha de consulta 16 de agosto de 2020]

Disponible en <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/43864057/1>

JONKERS Henk, THIJSEN Arjan, MUYZER Gerard, [et. al.]. Application of bacteria as self-healing agent for the development of sustainable concrete [línea]. Department of Materials and Environment. Elsevier, 2008. [Fecha de consulta 15 de Agosto de 2020]

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>

LAKSHMI, Meera. ELDHOSE, Cheriyan. Durability and Self-Healing Behaviour of bacterial impregnated concrete [línea]. India. International journal of innovative research in science, Engineering and Technology. Vol. 5, 2016. [Fecha de consulta 15 de agosto de 2020]

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs>

MARTINEZ, Diego. Concreto liviano estructural con arcilla expandida térmicamente extraída de canteras localizadas en el sur de la sabana de Bogotá [línea]. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Maestría en Ingeniería Estructuras. Bogotá D.C. 2010. [Fecha de consulta 04 de agosto de 2020]

Disponible en <http://bdigital.unal.edu.co/8825/>

MENDES, José. Caracterización y estudio tecnológico de arcillas del estado de Bahía Brasil, para la obtención de materiales cerámicos tradicionales [línea]. Universidad de Santiago de Compostela. España, 2009. [Fecha de consulta 03 de agosto de 2020]

Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=109703>

MOLINA, Kenneth. Evaluación de morteros para albañilería y revestimientos elaborados a base de cementos mezclados con escorias de horno [línea]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería Civil. Guatemala, 2006. [Fecha de consulta 03 de agosto de 2020]

Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2608_C.pdf

MONTOYA, Carolina. MÁRQUEZ, Marco. LÓPEZ, Jesús [et.al.]. Caracterización de cristales de calcita bioprecipitada por un aislamiento nativo de Bacillus Subtilis [línea]. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Revista Colombiana de Biotecnología, Vol. 7, 2005. [Fecha de consulta 03 de agosto de 2020]

Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php>

MONTOYA, Laura. Evaluación del desempeño del cemento Pórtland tipo III adicionado con sílice de diferentes tamaños de partícula [línea]. Tesis de pregrado Universidad Nacional de Colombia. Facultad de minas. Medellín, 2009. [Fecha de consulta 03 de agosto de 2020]

Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/11051312.pdf>

MORS, Renée. JONKERS, Henk. Bacteria based self-healing concrete an introduction. Universidad Tecnológica de Delft, facultad de Ingeniería Civil y Geociencias. V International Student Workshop on Durability of Reinforced Concrete: From Composition to Service Life Design [línea]. Amsterdam, the Netherlands, 2012. [Fecha de consulta 03 de agosto de 2020]

Disponible en <http://resolver.tudelft.nl/uuid:e8436dfd-3eb8>

ISBN: 9789513878993

ORMAECHE, Antony. (2020). Influencia de la bacteria Sporosarcina Pasteurii en la resistencia mecánica del concreto f'c 210 kg/cm². Tesis para, Universidad Cesar Vallejo. [Fecha de consulta 10 de setiembre de 2021]

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56936/Ormaeche_CAA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Mundial de la Salud. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio [línea]. 3^a. ed. Ginebra. Ediciones de la OMS, 2005. [Fecha de consulta 03 de agosto de 2020]

Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=Z3NV>

ISBN: 9243546503

PALMER, Miguel y PULIDO, Isaac. (2020). Aplicación de bacterias Bacillus Pseudofirmus para mejorar las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm², en San Martin de Porres, 2020. Tesis. Universidad Cesar Vallejo, [Fecha de consulta 10 de setiembre de 2021]

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58141/Palmer_LMA-Pulido_VID-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RUBIO Isaac. (2016). Caracterización de la recuperación de las propiedades mecánicas en hormigones auto sanables. Aplicación práctica en una nave industrial en Benifaió. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. [Fecha de consulta 10 de agosto de 2021]

Disponible en:

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69817/01_memoria.pdf?sequence=1

ÚBEDA, Cristina. Estudio comparativo de hormigones autosellantes. Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Madrid. [Fecha de consulta 10 de agosto de 2021]

Disponible en: <https://oa.upm.es/32197/>

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. 1ra ed. Editorial San Marcos, Lima. 2010. [Fecha de consulta 03 de agosto de 2020]

Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id>

ISBN: 9786123028787

Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia

INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO LIMA - 2021					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES		METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dimensiones	
¿Cómo incide la adición de la bacteria Bacillus Subtilis la resistencia mecánica del concreto f'c 210 kg/cm ² , Lima-2021?	Determinar la incidencia de la adición de bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia mecánica del concreto f'c 210 kg/cm ² , Lima-2021	La adición de la bacteria Bacillus Subtilis incide positivamente en la resistencia mecánica del concreto f'c 210 kg/cm ² , Lima - 2021	Bacteria Bacillus Subtilis	D1 Dosificación	<p>Método de investigación Científico, hipotético deductivo</p> <p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Nivel de investigación Explicativo</p> <p>Diseño de investigación Experimental</p> <p>Población 36 probetas</p> <p>Muestra. - Se realizo 02 tipos de muestra: - Muestra patrón (18 probetas cilíndricas de 4" x 8") - Muestra con adición de población bacteriana (18 probetas cilíndricas de 4" x 8")</p> <p>Muestreo No probabilístico</p> <p>Técnica Observación</p> <p>Instrumento de Medición Certificados de los ensayos de rotura de muestras cilíndricas</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Variable dependiente	Dimensiones	
¿Cuál es el efecto de la adición de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² , Lima-2021?	Evaluar la incidencia de la adición de bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² , Lima-2021	La adición de la bacteria Bacillus Subtilis incide favorablemente en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² , Lima - 2021	Resistencia mecánica	D2 Resistencia a la compresión	
¿Cuál es el efecto de la adición de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia a la tracción del concreto f'c 210 kg/cm ² , Lima-2021?	Analizar la incidencia con adición de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia a la tracción del concreto f'c 210 kg/cm ² , Lima-2021	La adición de la bacteria Bacillus Subtilis incide favorablemente en la resistencia a la tracción del concreto f'c 210 kg/cm ² , Lima - 2021		D3 Resistencia a la tracción	

Anexo 2: Matriz de operacionalización.

INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO LIMA - 2021						
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala de medición
Bacteria Bacillus Subtilis (variable independiente)	Según (Barth, Aktories, Popoff & Gstiles, 2004) la bacteria pertenece a la familia Gram Positivos, generadores de esporas, debido a que crean membranas capaces de proteger en estado inactivo a dicha bacteria.	La bacteria Bacillus Subtilis será adicionado en un 50 % sustituyendo al agua en 10^9 cel/ml en el diseño de mezcla para un $f'c$ 210 kg/cm^2	Dosificación	Cantidad	1cel/ml	Razón
Resistencia mecánica (variable dependiente)	De acuerdo a la (NTP 339.034, 2008) Es la capacidad que todos los cuerpos poseen para resistir fuerzas aplicadas en sí mismo sin llegar a romperse.	Se verifica la incidencia de la bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia mecánica a la compresión y tracción del concreto.	Resistencia a la compresión	Ensayo a compresión axial	kg/cm^2	
			Resistencia a la tracción	Ensayo a tracción indirecta	kg/cm^2	

Anexo 3: Ficha técnica del Lactato de calcio.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

LACTATO DE CALCIO



1. Descripción

LACTATO DE CALCIO es una fuente de calcio de alta solubilidad, empleado en la fortificación de alimentos y en la industria farmacéutica.

2. Aplicación

Utilizado en la fortificación de bebidas. En la producción de perlas de caviar, espaguetis gelificados y esferas con rellenos líquidos. En frutas frescas mantiene la textura y extiende la vida útil.

3. Propiedades

Es una sal altamente soluble, utilizado como suplemento dietético del calcio (componente de los huesos y juega un importante papel biológico en la actividad muscular). LACTATO DE CALCIO no aporta sabor y se recomienda en todas las reacciones de esferificación Inversa.

4. Dosis

30% RDA (800 mg /día)
1.3 g/porción 250 ml
Según aplicación tecnológica: 0.1 – 0.4 %

5. Origen

China.

6. Presentación

Sacos multipliego, papel kraft y bolsa interna de polipropileno. Peso neto 25 Kg.

7. Condiciones de almacenamiento

Almacenar en lugar fresco y seco, a temperatura ambiente protegido de la luz solar.

8. Vida útil

1 año.

9. Características fisicoquímicas

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Apariencia		Polvo blanco homogéneo.
Pureza	%	98.3
Tamaño de partícula (30mesh)	---	≥ 90%
Ca Contenido	%wt	13.4
Solubilidad en agua	g/100ml	≥ 9.0
Perdida por secado	%	22 - 27
pH		6 - 8

10. Características microbiológicas

MICROORGANISMO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Recuento Total de Placas	NMP/g	≤ 300
Salmonella SPP	UFC/g	Negativo en 25 g
Coliformes (E.Coli)	---	Negativo en 25 g

11. Información Nutricional

ELEMENTO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Energía	Kcal	0
Proteínas	g	---
Carbohidratos Totales	g	---
Total Grasa	g	---
Sodio	g	---

12. Metales pesados

ELEMENTO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Plomo	ppm	≤ 2

La información y recomendaciones contenidas en este documento son correctas a nuestro saber y entender. Sin embargo, no debe interpretarse como una garantía respecto al uso o la eficacia. El usuario debe realizar sus propias pruebas para determinar la idoneidad de nuestro producto para sus fines específicos.

Anexo 4: Ficha técnica de la bacteria Bacillus Subtilis.



Please read this FIRST

Storage Temp.
Frozen: -80°C or colder
Freeze-Dried: 2°C to 8°C
Live Culture: See Propagation Section

Biosafety Level
1

Intended Use

This product is intended for research use only. It is not intended for any animal or human therapeutic or diagnostic use.

Citation of Strain

If use of this culture results in a scientific publication, it should be cited in that manuscript in the following manner: *Sporosarcina pasteurii* (ATCC® 11859™)

American Type Culture Collection
PO Box 1549
Manassas, VA 20108 USA
www.atcc.org

800.638.6667 or 703.365.2700
Fax: 703.365.2750
Email: Tech@atcc.org

Or contact your local distributor

Description

Designation: [22, DSM 33, NCIB 8219, NCIB 8841, NCTC 4822, NRS 673, NRS 929]
Deposited Name: *Bacillus Subtilis* (Miquel) Chester
Product Description: Type strain. Produces urease.

Propagation

Medium

ATCC® Medium 1376: *Bacillus subtilis* NH4-YE medium

Growth Conditions

Temperature: 30°C

Atmosphere: Aerobic

Propagation Procedure

1. Open vial according to enclosed instructions.
2. Using a single tube of #1376 broth (5 to 6 mL), withdraw approximately 0.5 to 1.0 mL with a Pasteur or 1.0 mL pipette. Rehydrate the entire pellet.
3. Transfer this aliquot back into the broth tube. Mix well.
4. Transfer 1.0 mL of the suspension to a second tube of broth. From the second tube, use several drops to inoculate a slant and/or plate if desired. The cryoprotectant used in the freeze-drying procedure may inhibit growth in the primary tube, hence the necessity for immediate transfer.
5. Incubate all tubes and plate at 30°C for 48 to 72 hours. If growth is not heavy on agar medium, make additional transfers from the incubated broth at this time.

Notes

Additional information on this culture is available on the ATCC® web site at www.atcc.org.

References

References and other information relating to this product are available online at www.atcc.org

Biosafety Level: 1

Appropriate safety procedures should always be used with this material. Laboratory safety is discussed in the current publication of the *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories* from the U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention and National Institutes for Health.

ATCC Warranty

ATCC® products are warranted for 30 days from the date of shipment, and this warranty is valid only if the product is stored and handled according to the information included on this product information sheet. If the ATCC® product is a living cell or microorganism, ATCC lists the media formulation that has been found to be effective for this product. While other, unspecified media may also produce satisfactory results, a change in media or the absence of an additive from the ATCC recommended media may affect recovery, growth and/or function of this product. If an alternative medium formulation is used, the ATCC warranty for viability is no longer valid.

Disclaimers

This product is intended for laboratory research purposes only. It is not intended for use in humans. While ATCC uses reasonable efforts to include accurate and up-to-date information on this product sheet, ATCC makes no warranties or representations as to its accuracy. Citations from scientific literature and patents are provided for informational purposes only. ATCC does not warrant that such information has been confirmed to be accurate. This product is sent with the condition that you are responsible for its safe storage, handling, and use. ATCC is not liable for any damages or injuries arising from receipt and/or use of this product. While reasonable effort is made to insure authenticity and reliability of materials on deposit, ATCC is not liable for damages arising from the misidentification or misrepresentation of such materials.

Please see the enclosed Material Transfer Agreement (MTA) for further details regarding the use of this



Ficha Técnica

CEMENTO ANDINO PREMIUM

Descripción:

- Es un Cemento Portland Tipo I, obtenido de la molerla Clinker Tipo I y yeso.

Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados alcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Formato de Distribución:

- Bolsas de 42,5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencia, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

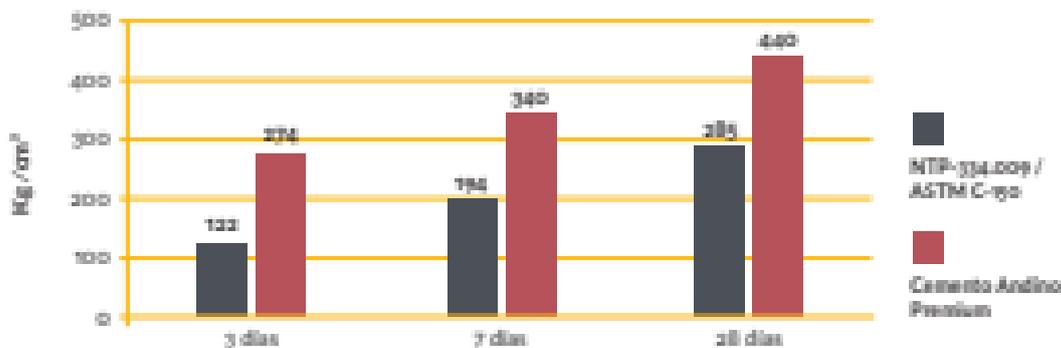
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir las sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencia NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.68	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	341	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	440	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	205	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	1.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
Esres Mineralógicas			
C ₃ S	%	15.53	No específica
C ₂ S	%	57.35	No específica
C ₃ A	%	7.90	No específica
C ₄ AF	%	10.61	No específica
Alcalis Equivalentes			
Contenido de alcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
Resistencia a los Sulfatos			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

*Requisito opcional

Anexo 6: Certificado de calibración del laboratorio Geocontrol Perú S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 672 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 570-2021
Fecha de emisión : 2021-12-27

1. Solicitante : GEOCONTROL PERU S.A.C.
Dirección : MZA. E LOTE. 3 ASOC. RICARDO PALMA - ATE - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Indicador : ADR TOUCH
Serie de Indicador : 1887-1-00292

Marca de Transductor : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Transductor : NO INDICA
Serie de Transductor : 462681

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
MZA. A LOTE 10 SUBLOTE 14 ASOCIACIÓN LA RONDADORA - ATE - LIMA
27 - DICIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

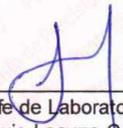
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,9	21,4
Humedad %	76	76

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 672 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9917	9914	0,83	0,86	9915,5	0,85	0,03
20000	19962	19949	0,19	0,26	19955,5	0,22	0,07
30000	30010	29977	-0,03	0,08	29993,5	0,02	0,11
40000	40026	40079	-0,07	-0,20	40052,5	-0,13	-0,13
50000	50019	50088	-0,04	-0,18	50053,5	-0,11	-0,14
60000	60025	60109	-0,04	-0,18	60067,0	-0,11	-0,14
70000	70096	70089	-0,14	-0,13	70092,5	-0,13	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9971x + 97,456$

Donde: x : Lectura de la pantalla
 y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

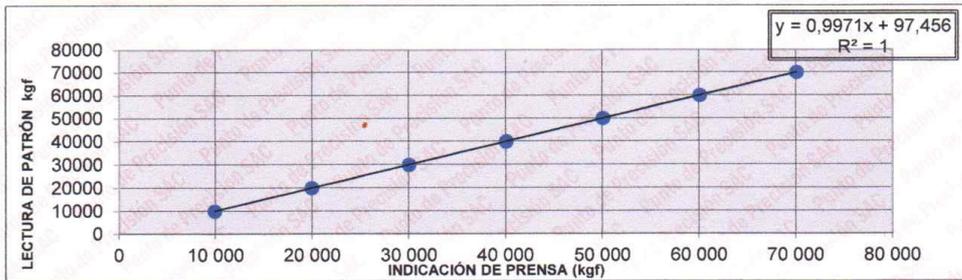
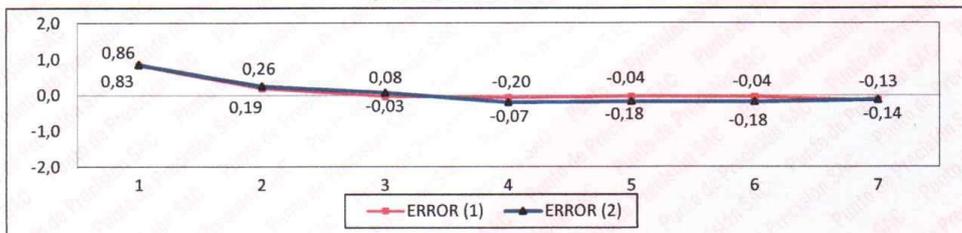


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

Anexo 7: Certificado de análisis granulométrico de agregados.



GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPO E INSUMOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS

TESIS : INCIDENCIA DE LA ADICION DE BACTERIA BACILLUS SUNTILIS EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO, LIMA - 2022

SOLICITANTE: AURES PEREZ, NORA MARIBEL
RAMIREZ LUNA, JUAN

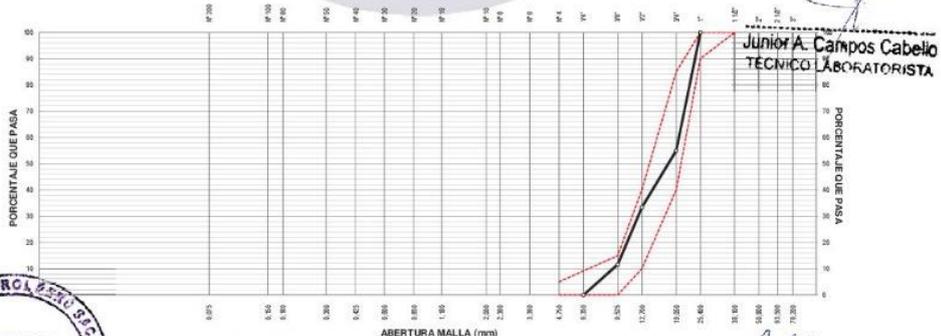
CANTERA: CAJAMARQUILLA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS							DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
FRACCIÓN GRUESA	SERIE AMERICANA	MALLAS		PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	GRAVA	
		ABERTURA (mm)	RETENIDO							
		ASTM 56								
FRACCIÓN GRUESA	GRUESA	3"	76.200						MUESTRA N°	1
		2 1/2"	63.500						ANALIZADO POR	
		2"	50.800						FECHA EN QUE SE ANALIZO	05/05/2021
		1 1/2"	38.100					100	PESO ORIGINAL	6383
		1"	25.400					100.0	90-100	
	FINA	3/4"	19.050	2873	6.5	6.5	55.0	40-85	PESO ESPECIFICO	2.92
		1/2"	12.700	1377	8.6	16.1	33.4	10-40	% DE ABSORCION	2.4
		3/8"	9.525	1394	6.8	22.8	11.6	0-15	PESO UNITARIO SUELTO	1480
		1/4"	6.350	739	8.9	31.7			PESO UNITARIO VARILLADO	1651
		N° 4	4.750					0-5	% DE HUMEDAD	0.99
FRACCIÓN FINA	ARENA GRUESA	N° 6	3.350							
		N° 8	2.360							
	ARENA FINA	MEDIANA	N° 10	2.000						
			N° 16	1.180						
			N° 20	0.850						
			N° 30	0.600						
		FINA	N° 40	0.425						
			N° 50	0.300						
			N° 80	0.180						
			N° 100	0.150						
N° 200	0.075									
-200	ASTM C 117-04									

OBSERVACIONES:

- La muestra fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.
- Hizo granulométrico para Diseño de mezclas, según ASTM 56
- Mezcla de agregados:
 - Arena Natural (Pas. 3/4")
 - Piedra Chancada (Ret. 1/4")

CURVA GRANULOMÉTRICA DE AGREGADOS



Junior A. Campos Cabello
TÉCNICO LABORATORISTA



Fecha de emisión: 01 de mayo del 2022
El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.
Tel. (01) 3561900 / Entel: 981544700 / 947306807
geocontrolperu@hotmail.com
www.geocontrolperu.com

CIRO A. VILLATUPA ORDÓÑEZ
ING. CIVIL
CIP N° 255597



GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPO E INSUMOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS

TESIS : INCIDENCIA DE LA ADICION DE BACTERIA BACILLUS SUTILIS EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO, LIMA - 2022

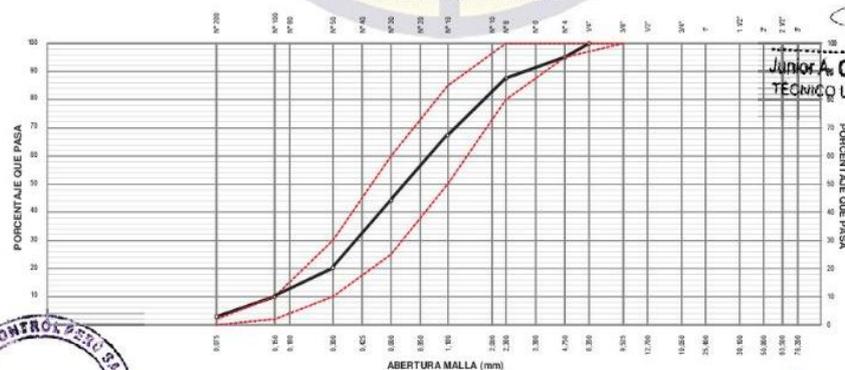
SOLICITANTE: AURES PEREZ, NORA MARIBEL
RAMIREZ LUNA, JUAN

CANTERA: CAJAMARQUILLA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS							DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
	MALLAS	PESO	RETENIDO		PASA (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	ARENA		
			PARCIAL	ACUMULADO					
	SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETENIDO	(%)	(%)	(%)	(%)		
FRACCIÓN GRUESA	GRUESA	2"	76.200					MUESTRA N°	1
		2 1/2"	63.500					ANALIZADO POR	
		2"	50.800					FECHA EN QUE SE ANALIZO	25/05/2021
		1 1/2"	38.100					PESO ORIGINAL	853
		1"	25.400					PESO ESPECÍFICO	2.76
	FINA	3/4"	19.050					% DE ABSORCIÓN	2.85
		1/2"	12.700					PESO UNITARIO SUELTO	2.88
		3/8"	9.525				100.0	PESO UNITARIO VARILLADO	1483
		1/4"	6.350				100.0	% DE HUMEDAD	2
		N° 4	4.750	42.0	4.92	4.92	95.08		
FRACCIÓN FINA	ARENA GRUESA	N° 6	3.360						
		N° 8	2.360	85.0	7.6	12.5	87.5	80-100	
	ARENA FINA	N° 10	2.000						
		N° 16	1.180	171.0	20.0	32.6	67.4	50-65	
		N° 20	0.850						
		N° 30	0.600	198.0	23.2	55.8	44.2	25-60	
		N° 40	0.425						
		N° 50	0.300	204.0	23.9	79.7	20.3	10-30	
		N° 60	0.180						
		N° 100	0.150	88.0	10.3	90.0	10.0	2-10	
N° 200	0.075	60.3	7.0	97.1	2.9				
-200	-	25.0	2.9	100.0	-				

OBSERVACIONES:
- La muestra fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.
- Huso granulométrico para Diseño de mezclas, según ASTM 56.
- Muestra de agregados: Arena Natural (Pista N°1), Pista Chacabuta (Pista N°1F)

CURVA GRANULOMÉTRICA DE AGREGADOS



Junior A. Campos Cabello
TECNICO LABORATORISTA



Fecha de emisión: 01 de mayo del 2022

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tel. (01) 3561900 / Entel: 981544700 / 947306807
geocontrolperu@hotmail.com
www.geocontrolperu.com

CAROL GUILLATUPA ORDÓÑEZ
ING. CIVIL
CIP N° 255597

Anexo 8: Certificado de resistencia a la compresión.



GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPO E INSUMOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NUCLEOS DE CONCRETO
 MTC E 704 / NTP 390.34 / ASTM C 39-39M-2005E2 / AASHTO T 22-2005

EPF INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE BACTERIA BACILLUS SPP. EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO (LIMA - 2022)															
JEFE DE LABORATORIO: C. ORLANTHIO					EMISIÓN: 15/06/2022										
LUGAR: CENTRO DE VUELO PROYONCA DE LIMA, DEPARTAMENTO LIMA					FECHA: 15/06/2022										
SISTEMA: S. AEROP. / S. AEROP. / S. AEROP.															
SOLICITANTE:															
1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA															
N	CANTIDAD DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	IC kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (mm)	Ø (mm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (cm ³)	DM ₄ (kg/m ³)	ENSAYO ROTURA				NOTA
											FECHA	EDAD	LECT (kg)	INCID	
1	1	06/06/2022	MUESTRA TABÓN	210	4035	355	101.1	8028	808163	2374	06/06/2022	7	13831.62	17233	2
					348		101.1	8028	808163	2374			14172.62	17638	3
					348		101.1	8028	808163	2374			16212.62	17703	2
2	1	06/06/2022	MUESTRA MODIFICADA CON FUNDICIÓN EN BARRA (99) 2x1x1x1	210	3152	345	101.1	8028	808163	2470	06/06/2022	7	14314.62	18324	3
					345		101.1	8028	808163	2470			16420.62	18243	2
					345		101.1	8028	808163	2470			18270.62	18423	2
2. EQUIPO E INSTRUMENTOS															
MO	PRESA RESALTA		VALNER		BALANZA										
MO	30T-02-2053		MORFEO '90		MT-11-2012										
3. TIPO DE FALLA															
TIPO ROTURA:										DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA					
1. 2. 3. 4. 5. 6.										1. 2. 3. 4. 5. 6.					

TIPO 1: Como se ilustra en el tipo de falla de los bloques de ensayo, se muestra el tipo de falla en el tipo de falla.

 TIPO 2: Como bien formado sobre una base, girando verticalmente al momento de la carga, pero sin haberse deformado la muestra.

 TIPO 3: Se presenta cuando los ejes de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de los ejes de simetría de la muestra.

 TIPO 4: Falla por deslizamiento de la muestra.

 TIPO 5: Ocasión en la que se producen fallas de tipo 1, 2, 3, 4 y 5.

 TIPO 6: Otros tipos de fallas que no se muestran en el tipo de falla.



JUNIOR A. CAIÑOS CABELLO
 TÉCNICO LABORATORISTA

CAROLINA C. ORDÓÑEZ
 TÉCNICO LABORATORISTA

Tel. (01) 3561900 / Entel: 981544700 / 947306807
 geocontrolperu@hotmail.com
 www.geocontrolperu.com

Anexo 10: Certificado de resistencia a la compresión.



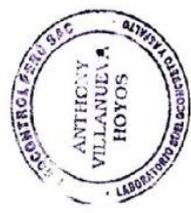
GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPO E INSUMOS

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO
MTC E 704 / NTP 339034 / ASTM C 39-39M-2005/2 / AASHTO T 22-2005**

DIRECCIÓN DE LA DEPENDENCIA: DISTRITO DE BARRIO BAJILLOS SUR, DISTRITO DE LA RESISTENCIA, REGIÓN DE LIMA, 2002		DIRECCIÓN DEL LABORATORIO: JIF DE LABORATORIO		ENSAJO N°: 207-2022	
LEGAR: DISTRITO DE ATE, PROVINCIA DE LIMA, REGION LIMA		TECNICO: E. CAMPOS C.		FECHA: 06/05/2022	
SECTOR:		SOLUCIÓN: SUP 11 SAREZEL.			
1. IDENTIFICACION DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA					
N	MUESTRO PROBETA		ENSAYO ROTURA		
	FORMA DE PROBETA	ESTRUCTURA	FECHA	EDAD	LECT (kg)
5	BINTE		06/04/2022	28	173285.86
	P01-C				228.94
	P01-C				211.88
	P01-C				215.36
6	BINTE		06/04/2022	28	204388.86
	P02-C				251.06
	P02-C				254.69
	P02-C				255.97
2. TIPO DE FALLA					
1					2
2					2
3					2
4					2
5					2
6					2
3. EQUIPO DE MEDICION					
ID	PRENSA HIDRÁULICA	VALOR	REGISTRO		
CALIBRACION	HP-02-2021	MULTIPLICADO	CM		
			MT-13-2022		
4. TIPO DE FALLA					
TIPO					
ROTURA					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
5. DESCRIPCION DEL TIPO DE ROTURA					
TIPO 1: Concreto (célula) bien formado en ambos bases, menos de 25 mm de grietas en la superficie. TIPO 2: Concreto bien formado sobre una base, que para ser rotado a través de las espigas, pero no bien delimitado sobre la base. TIPO 3: Concreto con grietas en la superficie, pero no bien delimitado sobre la base. TIPO 4: Concreto con grietas en la superficie, pero no bien delimitado sobre la base. TIPO 5: Concreto con grietas en la superficie, pero no bien delimitado sobre la base. TIPO 6: Concreto con grietas en la superficie, pero no bien delimitado sobre la base.					

FORMA VALIDAR: Las probetas de concreto cilíndrico fueron preparadas para el ensayo.



[Signature]
GIRCA GUILLEN TUPA ORDÓÑEZ
CIP N° 255597

[Signature]
Junior A. Campos Cabello
TECNICO LABORATORISTA

Tel. (01) 3561900 / Entel: 981544700 / 947306807
geocontrolperu@hotmail.com
www.geocontrolperu.com

Anexo 13: Certificado de resistencia a la tracción



GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASesorÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPO E INSUMOS

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE NUCLEOS DE CONCRETO
MTC E 708 / NTP 339.084 HORMIGÓN / ASTM C 496 / AASHTO T 192-2005**

DIFERENCIA DE LA ADHESIÓN DE BACTERIA FACILIOS EN UN BLENDE EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO, LIMA - 2022		ENSAYON°: 284.2022														
LUGAR DE ORIGEN DE ATEL PROYECTO DEL BATA, REGIÓN LIMA		C. QUELLA Y DAGA														
SECTOR:		J. CAMPOS C.														
FECHA:		09/05/2022														
SOPORTE:		S.P. / BARRIZAL														
1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA																
N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F _c Mg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (mm)	Ø (mm)	H (mm)	AREA (cm ²)	VOL. (m ³)	DENS. (kg/m ³)	ENSAYO ROTURA				NOTA
												FECHA	EDAD	LECT (kg)	F _{cr}	
1	1011-C	08/04/2022	MUESTRA A FASE 08	24.57	1.972	4.00	101.1	20.32	40.28	0.00163	2.774	3.315 kg	21.07	13.960	101.44	
2	1012-C	08/04/2022	MUESTRA A FASE 08	24.57	1.972	4.00	101.1	20.32	40.28	0.00163	2.774	3.315 kg	21.07	13.960	101.44	
3	1044-C	08/04/2022	INDUSTRIAL - VIGILANCIA CONTINUA	28.53	4.056	3.80	101.3	20.32	40.28	0.00163	2.479	10.643 kg	32.98	11.017	115.72	
4	1044-C	08/04/2022	INDUSTRIAL - VIGILANCIA CONTINUA	28.53	4.056	3.80	101.3	20.32	40.28	0.00163	2.479	10.643 kg	32.98	11.017	115.72	
2. EQUIPO EMPLEADO																
ID	PEÑAS HERRERA	VITNER	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO	BOLEADO
CALIBRADO	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021	12/7/2021
3. TIPO DE ENSAYO																
ROTURA																
4. OBSERVACIONES				<p>Se verificó el estado de la muestra antes de iniciar el ensayo. Se verificó el estado de la muestra antes de iniciar el ensayo. Se verificó el estado de la muestra antes de iniciar el ensayo.</p> <p>Se verificó el estado de la muestra antes de iniciar el ensayo. Se verificó el estado de la muestra antes de iniciar el ensayo. Se verificó el estado de la muestra antes de iniciar el ensayo.</p> <p>Se verificó el estado de la muestra antes de iniciar el ensayo. Se verificó el estado de la muestra antes de iniciar el ensayo. Se verificó el estado de la muestra antes de iniciar el ensayo.</p>												


Junior A. Campos Cabello
 TÉCNICO LABORATORISTA


ANTHONY VILLANUEVA HOYOS
 LABORATORISTA

Anexo 14: Certificado de diseño de mezclas



GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPO E INSUMOS

DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS : INCIDENCIA DE LA ADICION DE BACTERIA BACILLUS SUNTILIS EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO, LIMA - 2022
 SOLICITANTE : AURES PEREZ NORA MARIBEL
 RAMIREZ LUNA, JUAN
 FECHA : 01/05/2022

DATOS PARA EL DISEÑO

	GRAVA	ARENA	CEMENTO
TAMAÑO MAXIMO PULG.	3/4"	-	SOLIP
MODULO DE FINEZA	63.83	2.76	-
PESO UNITARIO SUELTO	1.480	1.483	1.500
PESO UNITARIO VARILLADO	1.661	1.076	-
PESO ESPECIFICO	2.92	2.65	2.88
% DE ABSORCION	2.4	2.9	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.99	2.0	-

Para F'c	210 Kg/cm ²		
Slump	3" 4"		
Relacion agua/cemento Factor	0.558		
Agua	205 Lt		
Cemento	367.384 Kg		
Peso del agregado grueso m ³	0.624		
Peso agregado grueso	1661 Kg/m ³		
VOLUMENES ABSOLUTOS			
Agua	0.205 m ³		
Cemento	0.127 m ³		
Agregado Grueso	0.355 m ³		
Aire atrapado	0.02 m ³		
Agregado Fino	0.293 m ³	1.000 m ³	
CANTIDAD DE AGREGADOS EN PESO M3 DE MEZCLA			
Agua	205 Lt		
Cemento	367.384 kg		
Agregado Grueso	1036.464 kg		
Agregado Fino	776.450 kg		
CORRECCION POR HUMEDAD		CORRECCION POR ABSORCION	
Agregado Grueso	1046.724 kg	Agregado Grueso	-14.759 Lt
Agregado Fino	791.979 kg	Agregado Fino	-6.969 Lt
			-21.728 Lt
CANTIDAD DE AGREGADOS CORREGIDOS EN PESO PARA 1 M3 DE MEZCLA			
Agua	226.728 Lt		59.90 galones
Cemento	367.384 Kg		8.64 sacos
Agregado Grueso	1046.724 Kg		
Agregado Fino	791.979 Kg		
PROPORCIONES EN PESO			
Cemento	1		
Agregado Grueso	2.156		
Agregado Fino	2.849		
Agua	26.229		
	1	2.156	2.849
PROPORCIONES EN VOLUMEN			
Cemento	367.384 Kg		1
Agregado Grueso	1046.724 Kg		2.156
Agregado Fino	791.979 Kg		2.849
Agua	26.229		Lt/saco de cemento
	1	2.156	2.849

Junior A. Campos Cabello
 Junior A. Campos Cabello
 TÉCNICO LABORATORISTA

Ing. Civil
 Ing. Civil
 CIP N° 255597



01 de mayo del 2022

Tel. (01) 3561900 / Entel: 981544700 / 947306807
 geocontrolperu@hotmail.com
 www.geocontrolperu.com

Anexo 15: Certificado de gravedad específica y absorción de agregados



GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPO E INSUMOS

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS

TESIS : INCIDENCIA DE LA ADICION DE BACTERIA BACILLUS SUTILIS EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO, LIMA - 2022

SOLICITANTE : AURES PEREZ NORA MARIBEL
RAMIREZ LUNA, JUAN

CANTERA: CAJAMARQUILLA

FECHA : 01/05/2022

AGREGADO GRUESO

IDENTIFICACION				
A	PESO DE MAT. SAT. SUP. SECA EN AIRE gr.	2,435		
B	PESO DE MAT. SAT. SUP. SECA EN AGUA gr.	1,600		
C	VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS = A - B	835		
D	PESO MAT. SECO EN ESTUFA gr.	2,378		
E	VOL. DE MASA = C - (A-D)	778		
	P.c. BULK (BASE SECA) = D/C	2,85		
	P.c. BULK (BASE SATURADA) = A/C	2,92		
	P.c. APARENTE (BASE SECA) = D/E	3,06		
	% DE ABSORCION = ((A - D) - D) x 100	2,40		

AGREGADO FINO

IDENTIFICACION				
A	PESO DE MAT. SAT. SUP. SECA EN AIRE gr.	2,435		
B	PESO FRASCO + H2O gr.	1,600		
C	PESO FRASCO + H2O + A gr.	835		
D	PESO DEL MAT. + H2O EN EL FRASCO gr.	2,378		
E	VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS = C - D	778		
F	PESO MAT. SECO EN ESTUFA gr.	778		
G	VOL. DE MASA = E - (A-F)	778		
	P.c. BULK (BASE SECA) = F/E	2,85		
	P.c. BULK (BASE SATURADA) = A/E	2,92		
	P.c. APARENTE (BASE SECA) = F/G	3,06		
	% DE ABSORCION = ((A - F) - F) x 100	2,40		

Nota: las muestra fueron entregadas al laboratorio por el solicitante



[Signature]
Junior A. Campos Cabello
TÉCNICO LABORATORISTA

[Signature]
CIRIO A. BULLATUPA ORDÓNEZ
ING. CIVIL
CIP N° 255597

Tel. (01) 3561900 / Entel: 981544700 / 947306807
geocontrolperu@hotmail.com
www.geocontrolperu.com

Tabla 01. Cantidad de ensayos que se realizaran en el desarrollo del proyecto de investigación

Días De rotura	Muestra patrón	Muestra con población bacteriana de 10^9 cel/ml	Parcial
	Probetas cilíndricas de resistencia a la compresión y tracción	Re Probetas cilíndricas de resistencia a la compresión y tracción	
7	6	6	12
14	6	6	12
28	6	6	12
total, de probetas			36
Nota, en el día 7 de rotura tiene que pasar el promedio estimado. Si no pasa se realiza el descarte de las probetas, volver a realizar el procedimiento			

Tabla 02. Proporción de materiales para el concreto patrón

Material	Cantidad
Cemento (Kg)	367.12
Agregado grueso (Kg)	1046.72
Agregado fino (Kg)	791.98
Agua (Lt)	226.89
Nota. Se muestra las cantidades necesarias de agregados, cemento y agua para la elaboración de 1m ³ de concreto patrón de F'c =210Kg/cm ² .	

Tabla 03. Normativas internaciones para el cultivo de cepas bacterianas de *Bacillus Subtilis*.

Norma	Descripción
ATCC®6051™	Americana
NCIB 3610	Inglesa
NCTC 3610	Rusa
NRS 1315	Rusa

Anexo 16: Panel fotográfico

Análisis granulométrico

En las fotografías se observa el procedimiento que se realiza de los agregados finos y gruesos.



Dosificación de la mezcla por el método ACI. Se realizó en las instalaciones del laboratorio GEOCONTROL PERÚ SAC que se ubica en el distrito de Ate, provincia y departamento de Lima.



Dosificación de la mezcla



Realizando ensayos de asentamiento (Slump)



Probetas convencionales y con población bacteriana



Ensayo de resistencia a la compresión.



Ensayo de resistencia a la tracción.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, REYNOSO OSCANOVA JAVIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "

Incidencia de la adición de bacteria Bacillus Subtilis en la resistencia mecánica del concreto, Lima - 2021

", cuyos autores son AURES PEREZ NORA MARIBEL, RAMIREZ LUNA JUAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 22 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
REYNOSO OSCANOVA JAVIER DNI: 20072967 ORCID: 0000-0002-1002-0457	Firmado electrónicamente por: JREYNOSOOS el 23- 07-2022 20:10:45

Código documento Trilce: TRI - 0361972