



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del  
concreto a temperatura de fraguado de 5°c

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Fernandez Mego, Alex Aldo ([orcid.org/0000-0001-8717-2785](https://orcid.org/0000-0001-8717-2785))

**ASESOR:**

Dr. Choque Flores, Leopoldo ([orcid.org/0000-0003-0914-7159](https://orcid.org/0000-0003-0914-7159))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA — PERÚ**

2024

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a toda mi familia. Esencialmente a mis padres que siempre me apoyaron en los momentos malos y buenos, sobre todo por enseñarme a nunca rendirme.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la universidad que me ayudo a crecer como persona y formarme como profesional. Asimismo, a todos los docentes que me brindaron las herramientas para triunfar en la vida.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, 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: "EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C.", cuyo autor es FERNANDEZ MEGO ALEX ALDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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, 09 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 11-07- 2024 16:46:01

Código documento Trilce: TRI - 0806532





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, FERNANDEZ MEGO ALEX ALDO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
FERNANDEZ MEGO ALEX ALDO DNI: 72640710 ORCID: 0000-0001-8717-2785	Firmado electrónicamente por: AFERNANDEZM9 el 11-07-2024 18:11:43

Código documento Trilce: INV - 1648964

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor .....	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA (Proyecto de investigación cuantitativo).....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variables y operacionalización .....	15
3.3. Población y muestra .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos .....	22
3.7. Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES .....	41
REFERENCIAS .....	42

ANEXOS ..... 50

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Muestra.....	17
<b>Tabla 2 :</b> Datos de comprensión de probeta modelo a los 7, 14 y 28 días. ....	23
<b>Tabla 3 :</b> Datos de comprensión de probeta con 8% de adición de bacteria bacillus subtilis a los 7, 14 y 28 días. ....	25
<b>Tabla 4:</b> Datos de comprensión de probeta con 12% de adición de bacteria a los 7, 14 y 28 días.....	26
<b>Tabla 5:</b> Resultado de ensayo a flexión de viga modelo y con adición de bacteria bacillus subtilis a los 28 días. ....	28
<b>Tabla 6:</b> Resultado de ensayo a tracción de probeta patrón y con adición de bacterias bacillus subtilis a los 28 días. ....	30
<b>Tabla 7:</b> Análisis de normalidad a los datos obtenidos de la comprensión.....	31
<b>Tabla 8 :</b> Análisis de homogeneidad sobre los datos de los ensayos a comprensión. 31	
<b>Tabla 9 :</b> Análisis ANOVA sobre los datos de ensayos a comprensión.....	32
<b>Tabla 10:</b> Método de Tukey compacta sobre los datos de ensayos a comprensión....	32
<b>Tabla 11 :</b> Análisis de normalidad sobre los datos de los ensayos a flexión .....	33
<b>Tabla 12:</b> Análisis de homogeneidad sobre los datos de los ensayos a flexión.....	34
<b>Tabla 13:</b> Análisis ANOVA sobre los datos de ensayos a flexión. ....	34
<b>Tabla 14 :</b> Método de Tukey compacta sobre los datos de ensayos a flexión. ....	35
<b>Tabla 15 :</b> Análisis de normalidad sobre los datos de tracción. ....	36
<b>Tabla 16 :</b> Análisis de homogeneidad sobre los datos de los ensayos a tracción. ....	36
<b>Tabla 17:</b> Análisis ANOVA sobre los datos de ensayos a tracción.....	37
<b>Tabla 18 :</b> Método de Tukey compacta sobre los datos de ensayos a tracción.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Clima frio en la ciudad de Puno .....	3
<b>Figura 2:</b> Grafico de resultado de ensayo a la compresión probeta patrón.....	24
<b>Figura 3:</b> Grafico de resultado de ensayo a compresión con adición de 8% de bacteria. ....	26
<b>Figura 4:</b> Grafico de resultado de ensayo a compresión con adición de 12% de bacteria .....	27
<b>Figura 5:</b> Grafico de resultado de ensayo a flexión con adición de 0%, 8% y 12% de bacteria. ....	29
<b>Figura 6:</b> Grafico de resultado de ensayo a tracción con adición de 0%, 8% y 12% de bacteria. ....	30

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C, este estudio se realizó utilizando un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, el nivel de la investigación fue explicativo ya que las variables guardan una relación de causa-efecto, el diseño de la investigación fue experimental donde la población fue conformada por 45 probetas de concreto, patrón y con adición de bacterias bacillus subtilis en porcentajes de 8% y 12%, se practicaron ensayos de compresión, flexión y tracción a las muestras de concreto donde se observó mejorías en su resistencia mecánica.

**Palabras clave:** Bacillus subtilis, compresión, flexión, tracción, temperatura, bacterias, resistencia mecánica, carbonato de calcio.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of the bacterium bacillus subtilis on the mechanical resistance of concrete at a setting temperature of 5°C. This study was carried out using an applied quantitative approach, the level of the research was explanatory since the variables have a cause-effect relationship, the research design was experimental where the population was made up of 45 concrete specimens, standard and with the addition of Bacillus subtilis bacteria in percentages of 8% and 12%, compression tests were carried out., bending and traction of concrete samples where improvements in their mechanical resistance were observed.

**Keywords:** Bacillus subtilis, compression, bending, traction, temperature, bacteria, mechanical strength, calcium carbonate.

## I. INTRODUCCIÓN

Mundialmente el concreto es el componente mayormente usado en la construcción de distintos tipos de estructuras, ya sea edificaciones, viales o hidráulicas, contando con propiedades físico-mecánicas ventajosas que le brindan una máxima durabilidad a dichas estructuras respetando las normas técnicas y su preparación con los insumos adecuados.

Para una correcta investigación del concreto hay que tener en cuenta factores importantes como las condiciones climáticas que se presentan en un determinado contexto, según Castro, Dávila, Laura, Cubas, Avalos, López, Villena, Valdez, Urbiola, Trebejo, Menis y Marín (2021), El Perú presenta un relieve complicado donde se encuentran distintos gradientes altitudinales lo que permite la existencia de una gran diversidad climática, la temperatura puede variar de manera drástica desde la más alta temperaturas presentadas en la selva hasta las más bajas en sierra, estas condiciones influyen directamente en la fabricación del concreto y a su vez en sus propiedades físico-mecánicas.

La actual investigación busca estudiar el efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C., adicionando distintos porcentajes de la bacteria bacillus subtilis, de tal manera que se pueda determinar la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto respectivamente.

A nivel internacional, las estructuras de concreto que se encuentran ubicadas en zonas frías de la ciudad de Londres se ven afectadas por daños a causa del congelamiento y descongelamiento, para mantener la resistencia mecánica del concreto es necesario la utilización de un aditivo incorporador de aire en la mezcla del concreto, este aditivo implanta burbujas de aire al concreto las que suministran un área para que el agua se congele según se expanda o contraiga la presión interna del concreto (Kia, 2023). El uso de aditivos incorporadores de aire pueden ser peligrosos para la salud humana ya

que contiene un alto contenido de sustancias tóxicas y su uso también representan un alto costo económico.

Por su lado Wang, Zhang, Pei, Lai, Dai, Xue, Sun (2023) manifestaron que según la población mundial siga creciendo será más demandante la construcción de estructuras de concreto en lugares más fríos, en las regiones extremadamente frías de China los ciclos de congelación y descongelación que se presentan en el concreto son un riesgo para su resistencia mecánica, por ende, para mejorar las capacidades de resistencia del concreto se recurrió al nano sílice para combatir los ciclos de congelación.

A nivel nacional, tenemos a Güere (2020) en Chaupimarca, Pasco menciona que se tiene que tener muy en cuenta el efecto del clima en el concreto ya que este tiene una influencia directa para que el concreto alcance una resistencia óptima, en esta zona que está ubicada en una altitud de 4380 msnm donde se presentan climas extremos el concreto utilizado en la construcción de estructuras no alcanza las resistencias requeridas, esto causa que las estructuras presenten fallas y reduzcan considerablemente su tiempo de vida útil.

Por otra parte, Cruzado y Rivera (2019) nos dicen que en algunas regiones del Perú donde se presentan temperaturas muy bajas influyen en la estructura interna del concreto ocasionando fallas como agrietamientos, ante esta problemática se ha visto necesario la utilización de aditivos incorporadores de aire, para poder reducir la deficiencia de la resistencia mecánica del concreto frente a los ciclos de congelamiento e incrementar la vida útil de las estructuras. En su mayoría para poder enfrentar los efectos de los climas fríos se ha venido utilizando aditivos incorporadores de aire y fibras de polipropileno para poder hacer que el concreto logre llegar a su resistencia requerida y no presente fallas en el futuro, pero estos aditivos a su vez no pueden ser utilizados en todas las zonas frías por su alto costo y difícil comercialización en esas ubicaciones.



**Figura 1:** Clima frío en la ciudad de Puno

Tomado de <https://diariocorreo.pe/edicion/puno/se-preve-nevadas-en-9-provincias-de-puno-822334/>

Teniendo en cuenta la problemática dada anteriormente se planteará el problema general ¿Cuál es el efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5 ° C.?, así también, para los problemas específicos tenemos: problema específico 1: ¿Qué efecto genera la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la compresión?, seguidamente para problema específico 2: ¿En qué medida afecta la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la flexión? y respecto al problema específico 3: ¿Qué efecto produce la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la tracción?

La fundamentación teórica del presente estudio se basará en la revisión de investigaciones previas y proporcionará nuevos conocimientos sobre cómo la bacteria b. subtilis mejora la resistencia del concreto, especialmente durante su proceso de fraguado a temperatura de 5°C. Así mismo, en términos prácticos se ofrecerán soluciones alternativas para abordar los desafíos de la resistencia mecánica del concreto expuesto a 5°C de temperatura, empleando la mencionada bacteria. Por otro lado, Metodológicamente, se validará el estudio con base en investigaciones antecedentes, y los experimentos de laboratorio desarrollarán innovadoras metodologías y técnicas para la fabricación de concreto bacteriano que potencien su resistencia mecánica y reduzcan la probabilidad de defectos. Finalmente, desde una perspectiva social, se buscará fortalecer la resistencia mecánica del concreto mediante el uso de bacterias, con el fin de prolongar su durabilidad y vida útil.

Los objetivos planteados se establecerán de acuerdo a las problemáticas a solucionar, entonces se tiene como objetivo general: Determinar el efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C., de igual manera, para los objetivos específicos se tiene los siguientes objetivo específico 1 : Evaluar el efecto que genera la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la tracción, para el objetivo específico 2: Analizar el efecto que genera la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la flexión y con respecto al objetivo específico 3: Establecer el efecto que produce la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la compresión.

En el mismo sentido, en base a los objetivos se obtendrán las, por lo mismo hipótesis general será: La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C, como hipótesis específica 1: La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia a la compresión, con la hipótesis específica 2: La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia a la flexión y para la hipótesis específica 3: La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia a la tracción.

Este estudio se llevará a cabo en un lapso de 120 días a partir del primero de abril, en este espacio se reunió referencias acerca del tema de investigación con el tema de investigación, así como con la ejecución del experimento propuesto, compilar los datos obtenidos, cotejarlos con los antecedentes, mediante esto justificar la factibilidad del estudio.

Además, los límites del lugar de estudio se establecerán en función de la ubicación del sitio de investigación y de evaluación de este estudio que en este caso será delimitado en la región Lima, distrito Ate.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedente internacional tenemos a Yamasamit, Sangkeaw, Jitchaijaroen, Thongchom, Keawsawasvong y Kamchoom (2023) en su artículo científico “Efecto de la bacteria *b. subtilis* en las propiedades del concreto , con capacidad de autorreparación de fisuras a distintas condiciones de curado” efectuado en la ciudad de Bangkok, Tailandia teniendo como objetivo la investigación de la eficiencia de la bacteria *b. subtilis* en la auto reparación del concreto ante la aparición de fisuras y la optimización de sus propiedades mediante la producción de carbonato de calcio inducida por estas bacterias. Considerando los factores que presentaba la falla se pudo contemplar la suficiencia del concreto adicionado con bacterias de auto repararse en 28 días, también se notó el restablecimiento de su resistencia. A su vez también se estudió su efecto en la resistencia a compresión, tracción y flexión. Dando como resultados un incremento en sus propiedades de resistencia a comparación con las del concreto normal. Mediante el análisis SEM Y EDS se pudo comprobar que el aumento de bacterias en el concreto incremento la producción de calcio y esto a su vez a aumentar la resistencia mecánica del concreto.

Asimismo, Abu Bakr, et al (2023) en su apartado científico que lleva por título “Evaluación de las propiedades del concreto biomineralizado con la bacteria *bacillus subtilis* agregando cal hidratada y polvo de ladrillo” realizado en la ciudad de Ranchi en la India en la cual se realizó las investigaciones sobre el concreto compuesto por bacterias *bacillus subtilis* el cual se utilizó por su capacidad de producir  $\text{CaCO}_3$  y también por su resistencia a un pH alto, el método utilizado para la adición de la bacteria fue el directo utilizando  $5 \times 10^5$  células/ml, siendo la cantidad de unidades celulares utilizadas de la bacteria es un factor importante para incrementar la resistencia del concreto.

Se hicieron ensayos de compresión, permeabilidad y de penetración de cloruros a las muestras de concreto con bacterias en todas sus edades dando como resultado que los ensayos a compresión de concreto bacteriano mejoraron entre un 21.46 % debido al incremento de calcita originada por la bacteria llenando los vacíos dentro de la muestra, gracias a esto la permeabilidad del agua disminuyo, los resultados de FESEM

Y EDS confirmaron la precipitación de  $\text{CaCO}_3$  dentro de la muestra lo que llevo a aumentar la capacidad de autocuración del concreto ante posibles grietas.

Por otro lado, Reyad y Mokhtar (2023) en su artículo científico denominado “Embate de la bacteria *b. cereus* MG708176 retenido en las propiedades mecánicas del concreto autorreparable compuesto de microorganismos “realizado en la ciudad de Faiyum en Egipto donde se efectuaron investigaciones de nuevos microorganismos con propiedades autorreparables para incrementar la eficiencia del concreto. La bacteria *bacillus* una cepa creadora de endosporas biomineralizantes de calcita. Se hicieron pruebas añadiendo una concentración de bacterias a muestras de concreto dañadas, luego de un tratamiento de 7, 14 y 28 días con agua las muestras fueron autorreparadas con éxito, la muestra de concreto también sufrió variaciones positivas en la resistencia mecánica del concreto, se pudo visualizar a través de las imágenes obtenidas por un microscopio de barrido electrónico una formación de calcita en la muestra de concreto. Los resultados han expuesto las mejoras en la eficacia de la curación y resistencia mecánica del concreto. La autorreparación del concreto mediante la adición de bacterias es un proceso desarrollado biológicamente por estos microorganismos con la capacidad de reparar fisuras en las estructuras de concreto, las cuales generan daños y disminución de la durabilidad de está. La biomineralización de calcita producida por esta bacteria es ecológico y económico con grandes posibilidades de aplicaciones en la ingeniería civil. Las bacterias tienen una capacidad propia de curar daños ocurridos en sus cuerpos en un plazo de tiempo corto, sin el efecto de agentes externos, así también la autorreparación del concreto mediante la biomineralización de las bacterias debido a su hidratación podría suceder sin ser necesarios la adición de aditivos.

Por otra parte, Ul Islam y Waseem (2023) en su artículo científico “Restauración de la resistencia y composición microestructural de la bacteria *bacillus subtilis* y *bacillus megaterium* añadidos al concreto común y reforzado” efectuado en la ciudad Srinagar, en la india donde se realizó el estudio que tenía como objetivo la creación de un concreto autocurativo añadiendo las bacterias *b. subtilis* y *b. megaterium*, para luego ampliar su uso a elementos estructurales. Estas bacterias se añadieron al concreto en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% con relación a la cantidad del cemento, Se

realizaron experimentos de compresión, flexión y tracción con el fin de analizar la resistencia mecánica del hormigón autorreparable. Se realizó con el objetivo de analizar la resistencia mecánica del concreto autorreparable a partir de pruebas de carga secuenciales donde se observó una restauración importante en la resistencia a la flexión en las vigas de concreto armado con bacterias bacillus. Además, se estudió la influencia de las bacterias en la capacidad de absorción de agua del concreto, donde se notó un descenso significativo en la suficiencia de absorción de agua. En las muestras se realizaron análisis microestructurales con X y microscopía electrónica en las muestras de concreto mediante los cuales se pudo afirmar la biomineralización de calcita producida por las bacterias.

Asimismo, Thanh ha y Elhem (2019) en su artículo científico “Evaluación de la resistencia y auto regeneración de concreto bacteriano” realizado en la ciudad de Neuville, en Francia donde se realizó las investigaciones acerca de los efectos que causa la añadidura de bacterias al concreto en su resistencia ante distintas tipos de condiciones que podrían dañar su estructura y hacerlo propenso a sufrir fallas.

En esta investigación las bacterias fueron añadidas en dos formas directa e indirectamente, en la primera forma las bacterias fueron añadidos justo a sus nutrientes directamente a la mezcla de concreto, mientras que en la segunda forma las bacterias fueron encapsuladas en otros materiales (ceramsita, nanoplaquetas de grafito, hidrogel y zeolita ) para luego ser añadidas a la mezcla de concreto, se utilizó  $10^5$  células/ml de la bacteria b. subtilis y la urea como nutriente, se realizaron ensayos de resistencia mecánica del concreto donde se puso notar que para ambas formas hay una mejora en los ensayos a compresión y que una acumulación de  $10^5$  células/ml de agua aumenta en gran medida la resistencia a compresión del concreto, la absorción de agua disminuyo a medida que se llevaba a cabo el proceso del curado ya que las bacteria bacillus subtilis son productoras de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) y a su vez influye directamente con la autocuración del concreto.

Por otro lado, Doostkami, De Jesús, Formagini, Serna y Roig (2023) en su apartado científico titulado “Propiedad de auto regeneración del concreto común, de alto

rendimiento y de ultra rendimiento a base de bacterias” realizado en la ciudad de Valencia, en España, en esta investigación se estudió la suficiencia de autorreparación de probetas de concreto añadiendo bacterias de fácil comercialización. Estas bacterias fueron añadidas con distintos procedimientos ya sea retenidas en tierra de diatomeas y líquido. Las muestras de concreto se fisuraron anteriormente en un rango de 50 a 450  $\mu\text{m}$  y se procedieron a curar durante 28 días en 3 condiciones distintas: 4 semanas sumergida en agua, 3 semanas en cámara de humedad y una sumergida en agua y 4 semanas en cámara de humedad. Para evaluar los beneficios en la capacidad de autocuración de las muestras de concreto a base de bacterias, se cuantificó a través de una evaluación visual de la autorreparación de las grietas, la recuperación de la estanqueidad a través de ensayos de permeabilidad de agua y permeabilidad al cloruro. Los resultados obtenidos indican que los microorganismos bacterianos incrementaron las defensas contra la penetración del cloruro en las probetas agrietadas y curadas, esencialmente los ensayos que fueron curados por sumergimiento en agua. Gracias a la densa matriz de HPC (Concreto de Alto Rendimiento) Y UHPC (Concreto de Muy Alto Rendimiento), la penetración de cloruro en las grietas de hasta 400  $\mu\text{m}$  se puede conservar por debajo de 10 mm. Se necesita un cierre de grietas mayor al 50% en muestras de UHPC para obtener un porcentaje de autorreparación significativa. La penetración a través de las grietas es aproximadamente el doble que la penetración de la matriz en condiciones en las que no se mejore la curación del concreto.

Por otra parte, Yazici, Güller, Ayekin, Mardani y Akkaya (2023) en su apartado científico titulado “Uso de elementos biológicos en la elaboración de concreto autorreparable añadiendo bacterias.” realizado en la ciudad Nilüfer-Bursa, en Turquía donde nos dice que las fallas y la disminución de la resistencia mecánica de las estructuras de concreto son procesos que generan pérdidas económicas y de tiempo al momento de repararlas. A consecuencia de esto la demanda del concreto autorreparable como solución a la aparición de las grietas, conduce a la investigación y desarrollo de concreto compuesto de microorganismos (bacterias). En esta investigación, se estudiaron los efectos de la añadidura de bacterias en las propiedades mecánicas y físicas del concreto reciclado (RCA) que se componen de mezclas de concreto en la reparación de grietas. Las bacterias *Bacillus subtilis* se cultivaron en tres métodos

distintos: caldo de soja tríplico, luria-bertani modificado y urea-fosfato cálcico para luego ser encapsulados en el concreto reciclado. Se hicieron ensayos de mortero distintos reemplazando parcialmente el RCA bacteriano por el de piedra caliza. Se determinaron las resistencias a la compresión y flexión, Además también se recolectaron resultados de las propiedades físicas de las mezclas del concreto como la absorción de agua, capilaridad y relación de vacíos totales.

Se observó que las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas del concreto que contienen menos del 30% de RCA se mejoran de manera significativa con el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). También los resultados indicaron que la urea y el calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) en los medios nutritivos incrementan la biomineralización del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) de las bacterias, en cambio la glucosa influye en la formación de espuma dentro de los ensayos creando una estructura hueca. La investigación también indicó que los microorganismos componen un papel importante en el incremento de la resistencia del concreto como también en la autorreparación de grietas, se visualizó que las grietas formadas hasta .3 mm en los ensayos de concreto bacteriano se cerraron en su mayoría a los 7 días.

De igual forma, Zamba y Mohammed (2023) en su estudio de investigación que lleva por título "Beneficios del concreto autorreparable compuesto de bacillus subtilis y sus propiedades mecánicas", realizado en la ciudad Adís Ababa, en Etiopía en la cual nos menciona que el estudio tuvo como meta analizar las consecuencias del uso de bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto utilizando una concentración de  $10^8$  ufc/ml, en total se hicieron 66 muestras de concreto para los ensayos a compresión, flexión y tracción, permeabilidad y resistencia a ácidos. Luego de 28 días de edad, las muestras de concreto arrojaron resultados positivos donde las resistencias de compresión, flexión y tracción del concreto con bacteria bacillus subtilis aumentaron a 19.55%, 15.25% y 5.40%, respectivamente, la resistencia a los ácidos mejoro un 11.38%. Estos resultados demostraron que la adición de bacterias al concreto aumento considerablemente su resistencia mecánica y durabilidad.

Un examen microscópico en el concreto con bacteria bacillus subtilis muestra la acumulación de un material vítreo blanco en los vacíos de la muestra de concreto, esto a consecuencia de que la bacteria bacillus subtilis produce precipitación de calcita que

llena los vacíos de la muestra de concreto ayudando a que mejore su resistencia mecánica, en total según los resultados obtenidos mostraron que el uso de la bacteria bacillus subtilis es provechoso para diferentes tipos de usos dentro de la construcción de infraestructura e ingeniería.

Como antecedente nacional se tiene a Castañeda (2023) en su apartado científico “Influencia de la adición de Bacillus Subtilis en las propiedades de resistencia del concreto bacteriano”, realizado en Chiclayo. La meta principal fue analizar y entender que tipo de influencia tiene la adición de bacillus subtilis en las propiedades de resistencia mecánica del concreto bacteriano. En esta investigación se utilizó la metodología tipo experimental, ostentando como población y muestra 60 espécimen, 48 cilindros y 12 vigas prismáticas de concreto, las cuales fueron realizadas adicionando 0%, 5%, 10% y 15%. Concluyendo que la bacteria bacillus con adición de 10% a los 28 días aumento la resistencia a la compresión del concreto un 11.11%; con respecto a la resistencia a la flexión en vigas a los 28 días con adición de 10% de bacteria no influyo positivamente, pero los datos se encuentran en el rango aceptable, y con respecto al ensayo por tracción con incorporación de 10% de bacteria a los 28 días, se tuvo un incremento de 25% con respecto al diseño sin bacteria.

Por otra parte, Gomez y Paucar (2022), en su apartado científico que lleva por título “Uso de bacterias de la familia bacillus para incrementar las propiedades mecánicas y el autocurado de grietas en el concreto”, realizado en Lima. El objetivo principal es encontrar el diseño de mezcla de concreto adecuado con la adición de bacillus subtilis para mejorar las propiedades mecánicas y el autocurado de grietas. Se utilizo la metodología tipo descriptiva, nivel descriptivo, método de investigación deductivo y diseño prospectivo. Concluyendo las bacterias bacillus con respecto a los resultados de los ensayos a compresión aumento 14.86 MPa con una composición de  $10^5$  células/ml, con respecto a los resultados de los ensayos a flexión se tuvo una cifra que alcanzó los 6.22 Mpa (42.7%).

Por otro lado, Muños, Carlos y Peralta (2022), en su artículo de investigación titulado “Incidencia de bacterias en la auto regeneración del concreto y sus propiedades mecánicas”, realizada en Chiclayo. Tiene como objetivo conocer los distintos

elementos bacterianos capaces de realizar auto reparación en el concreto. La metodología utilizada en el artículo es descriptiva, ya que los autores se centraron en la búsqueda de artículos de investigación revisados por profesionales especializados y revistas publicadas entre los años de 2017 al 2021, para la revisión se utilizó 80 artículos indexados. Con conclusión se tuvo que la incorporación de células bacterianas en el concreto, mejora las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión, flexión y tracción, teniendo mejores resultados de incremento de la resistencia utilizando la bacteria bacillus subtilis en diferentes proporciones.

Concreto. – Jaimes, García y Rondón (2020) indica que el concreto es un material que también se le llama hormigón, utilizado en el ámbito de la construcción a nivel mundial, la cual está compuesto por diferentes materiales como viene siendo el cemento, agua, agregados finos y grava gruesa este viene siendo un concreto básico, también existe otros tipos de concreto adicionando aditivos que mejoran las propiedades de resistencia, así mismo la utilización depende de las condiciones climáticas o dependiendo del uso de la obra. Dependiendo de ello se utilizará el tipo de aditivo con el fin de aumentar la eficiencia, durabilidad y la calidad de la estructura a ejecutar.

Clima frio. – Según la norma E-060 clima frio es considerado cuando la temperatura ambiente este debajo de 5°C. así mismo indica que la temperatura del concreto ya colocado, en el periodo de curado el concreto deberá ser mantenida a una temperatura sobre 10°C.

Concreto autorreparante. – Méndez (2020) indica que el concreto autorreparante o bio concreto es un material que tiene la capacidad de reparar las grietas que existen en un elemento estructural y no estructural, esto es debido que contiene cierto tipo de bacterias que permiten juntar esas aberturas.

Según menciona Ojediz, Lojan, Muñoz y Velasco (2022) en su artículo científico: en el ámbito de las innovaciones científicas que se han ido realizando, es primordial estudiar y constatar la viabilidad de la utilización de insumos sostenibles, como el surgimiento de concreto auto restaurable por bacterias, incrementando el ciclo de vida de las

estructuras, minimizando costos, pérdidas e impacto ambiental vinculado con la reparación que ayudan a mejorar el futuro de nuestra sociedad.

Por otra parte, Rajesh, A., Sumathi, A. y Gowdhaman, D (2023) nos dice que las fallas en el concreto están permitiendo la filtración de sustancias que dañan y disminuyen el tiempo de vida de las estructuras. En los últimos tiempos se vienen utilizando la biotecnología para incrementar los resultados de las resistencias del concreto con microorganismos para resanar las fisuras en el concreto.

Mendoza & Sánchez, (2018). Menciona que las grietas que se presentan en una estructura son un indicativo de que esta podría presentar fallas en su sistema, a su vez el ingreso de agua a través de estas grietas podría causar un gran daño al acero y consecuentemente al concreto.

Teoría de la bacteria bacillus subtilis. - Rivera (2015) indica que bacillus subtilis es una bacteria que se encuentra en la superficie terrestre como su hábitat habitual, estas son incorporadas al concreto para tratar las grietas y filtraciones que sufre este material de construcción.

Resistencia a la compresión. - Es la suficiencia del concreto de tolerar una carga por una unidad de área; el ensayo se determina a través de una fuerza sobre la muestra perpendicularmente, que se expresa en la unidad de  $\text{kg/cm}^2$ .

Resistencia a la flexión. - Es la suficiencia del concreto de tolerar una carga que se aplica a un cuerpo longitudinal en donde se provoca el momento flector en la que la parte inferior sufre tracción y la superior compresión.

Resistencia a la tracción. -Es la tolerancia máxima al que llega el concreto antes de sufrir fallas en su estructura, el concreto es más vulnerable a sufrir fallas a tracción que a otros esfuerzos, por ello es reforzado con acero.

### **III. METODOLOGÍA (Proyecto de investigación cuantitativo)**

## **Método de investigación**

En el presente estudio el método general de investigación será científico, se llama así ya que se pueden aplicar en todas las ciencias. Siendo un procedimiento que permite generar el conocimiento científico de la realidad y comprobarlo, comenzando con identificar el problema, se prosigue con la evaluación de los estudios existentes sobre el problema identificada, en base a los antecedentes se plantea hipótesis, luego se reúne la información necesaria que permite su comprobación o no, y en las conclusiones se constituyen los hallazgos científicos preliminares (Ñaupas et al, 2018, p.171).

Para la investigación el método específico será hipotético – deductivo, ya que las hipótesis son puntos de partida para las nuevas conclusiones. Las cuales son derivadas de principios o leyes o sugerencias por datos experimentales y por la aplicación de reglas; por lo que a través de la deducción se llegara a obtener predicciones verificadas empíricamente y a su existencia. Además, se realizarán pruebas de coherencia con los hechos, la verdad u otros aspectos de la hipótesis original. Aunque los supuestos conducen a predicciones empíricas contradictorias, así mismo concluye que de lo extraído presenta una contradicción lógica dado que la primera hipótesis persiste y es necesario reformularla. (Rodríguez y Pérez, 2017, p.12).

## **Nivel de investigación**

Según Esteban (2018, p. 2) manifiesta que “el nivel de investigación explicativo, tiene la finalidad de verificar las hipótesis causales, es decir explica la causa y efecto de distintas anormalidades, sucesos o evolución congénita o social, este nivel de investigación explicativa comprueba sus hipótesis según los diseños experimentales y no experimentales”.

Este estudio será de nivel explicativo, ya que la variable dependiente se verá afectada a causa de la variable independiente.

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación de tipo aplicada, se abastece de los bases teóricos y los convierte en conocimientos prácticos con el fin de resolver objetivamente la problemática, que se basa en exploración, hallazgos y soluciones que se formula en el objetivo de la investigación; además este tipo de investigación se utiliza en el rubro de la medicina e ingeniería (Hadi et al., 2023, p. 54).

Se estudiará las diferentes investigaciones con el fin mejorar las resistencias mecánicas del concreto a través de los ensayos a la compresión, flexión y tracción adicionando diferentes proporciones de bacteria bacillus subtilis.

#### **3.1.2. Diseño de investigación**

El diseño experimental consiste que el investigador realice manipulaciones en la variable independiente en diferentes condiciones, estímulos o métodos, para observar las reacciones producidas en la variable dependiente. Este tipo de investigación implanta la causa y el efecto de un fenómeno, siendo claro que los efectos visualizados en un experimento son ocasionados a la causa (Hernández y Mendoza, 2018, p.152); por ello, en la presente investigación el diseño será experimental, ya que se realizará experimentos con las variables, en las cuales se observará la reacción de la variable dependiente causadas por la variable independiente.

Cabe indicar que según Hernández y Mendoza (2018, p.152), “los diseños experimentales se organizan utilizando la clásica tipología de Campbell y Stanley (1996) en: preexperimental, experimentos puros y cuasiexperimentos”. La investigación a realizar es de diseño cuasiexperimental, porque se manipulará una variable independiente para verificar si la incorporación influye en la resistencia mecánica del concreto en

relación al patrón. Se realizará 45 muestras, las cuales 36 probetas serán de forma cilíndricas para el ensayo a compresión, 12 vigas prismáticas para el ensayo a flexión y 12 probetas cilíndricas para el ensayo a tracción, así mismo se realizará los diseños de mezcla incorporando bacterias en los porcentajes 0%, 8% y 12%.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable independiente - cuantitativa:**

Bacteria Bacillus Subtilis

- Definición conceptual: según Cabral, Ferreira, Batista, Casazza, Converti, Benachour y Asfora Sarubbo (2023) señala que la biotecnología permite el cultivo de microorganismos para la asimilación del carbonato de calcio como un importante componente del cemento. Por medio de la biomineralización, que es el promotor original de la asimilación de componentes acorde con el concreto.
- Definición operacional: La bacteria bacillus subtilis se adicionará en porcentajes de 8% y 12% en la mezcla de concreto en función de la cantidad de agua.

#### **Variable dependiente – cuantitativa:**

Resistencia mecánica del concreto

- Definición conceptual: La resistencia mecánica es la facultad del concreto de tolerar una carga en una determinada área dividiéndose en resistencia a la compresión, flexión y tracción.
- Descripción operacional: Para calcular la resistencia a la tracción, flexión y a la compresión se tendrá que realizar los ensayos correspondientes a las

probetas haciendo las roturas en cada 7 días, 14 días y 28 días en el caso de los ensayos de compresión y a los 28 días de edad se realizará los ensayos a la flexión y tracción.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población es un agrupamiento de todos los incidentes que guardan conexión según posean ciertas condiciones, cada una siendo demarcada por sus características, ubicación y plazo. La población y muestra estará formada por 45 muestras de concreto, 27 especímenes cilíndricos para el ensayo a compresión y 9 especímenes cilíndricos para el ensayo de tracción y 9 vigas prismáticas para el ensayo a flexión.

- **Criterios de inclusión:**

Serán los especímenes que contengan añadidura de bacteria en porcentajes de 8% y 12%, además deberá tener una resistencia de diseño a la compresión de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

- **Criterios de exclusión:**

Serán los especímenes que no alcancen la resistencia de diseño planteada de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, además de los especímenes sin adición de bacteria bacillus subtilis en los porcentajes de 8% y 12%.

#### **3.3.2. Muestra**

Una muestra es la definición de un subgrupo de la población o área de interés para la cual se recopilarán datos relevantes y representativos. (Hernández y Mendoza, 2018, p.196)

En el presente estudio se considerará toda la población (muestra censal).

Según O´rea (2020) indica que la muestra censal tiene el mismo valor que la población o universo porque tiene las mismas características numéricas menores y limitadas que se accede fácilmente a la evaluación de cada unidad de análisis expresada como absoluta.

<b>Muestra</b>	<b>Sin adición</b>	<b>Dosificación de bacteria bacillus subtilis</b>	
		<b>8.00%</b>	<b>12.00%</b>
<b>Ensayo</b>	<b>0.00%</b>	<b>8.00%</b>	<b>12.00%</b>
<b>Resistencia de tracción (NTP 339.084)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>A los 28 días de edad</b>			
<b>Ensayo de flexión (NTP 339 078)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>A los 28 días de edad</b>			
<b>Ensayo de compresión (7, 14, y 28 días de edad) (NTP 339.034)</b>			
<b>A los 7 días de edad</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>A los 14 días de edad</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>A los 28 días de edad</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>TOTAL</b>		<b>45</b>	

**Tabla 1:** Muestra

### **3.3.3. Unidad de análisis**

Las unidades de análisis serán 27 especímenes en forma de cilindro de 10cm x 20cm para el ensayo de compresión, 9 especímenes en forma de cilindro de 10cm x 20cm para el ensayo de tracción y 9 vigas prismáticas de 15cm x 15cm x 50cm para el ensayo a la flexión.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica para recopilar datos es un procedimiento empleado para juntar la información relevante para la investigación. La manera de recolectar datos

son entrevistas, cuestionarios, observaciones, pruebas y una revisión de registros y documentos actuales. El investigador deberá elegir el tipo de técnica a realizar según los objetivos planteados en su investigación (Hadi et al., 2023, p. 56).

La técnica de la presente investigación es la observación directa teniendo en cuenta a que consistirá en la apreciación de los ensayos con los estándares requeridos correspondientemente, además se registrará y recolectará la información para la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto y para el análisis descriptiva se empleó otros estudios relacionados a la presente investigación.

Los instrumentos de investigación son los materiales que se emplearan para la recopilación de datos o información de un estudio o investigación, las cuales pueden ser temario, fichas de entrevistas, fichas de observaciones, escalas de medida, entre otros. (Hadi et al., 2023, p. 56)

Con lo mencionado, la presente investigación se utilizará los formatos estandarizados para los ensayos y fichas técnicas para su correspondiente registro según los parámetros.

**Validez:** Los ensayos se realizarán en laboratorios que cuenten con equipos acreditados por INACAL, además las fichas de los resultados de los ensayos serán certificados por un profesional.

**Confiablez:** Los ensayos se realizarán en laboratorio acreditados por INACAL, además los instrumentos, maquinarias y equipos se encontrarán calibradas.

### 3.5. Procedimientos

Para el proyecto se realizará un plan de investigación por etapas, siendo lo siguiente:

**Primera etapa (gabinete):**

Se recolectará información bibliográficamente como revistas, artículos científicos, tesis de pregrado y postgrado, normas técnicas, entre otros que estén relacionado a la investigación y aporten a la presente.

Se buscará e identificará la adquisición de la bacteria bacillus subtilis.

Se determinará los tipos y cantidades de ensayos a realizar.

Se establecerá la factibilidad del lugar y costo para la elaboración de los ensayos.

**Segunda etapa (laboratorio):**

Se elaborará el diseño de mezcla teórico (patrón) de acuerdo a la metodología del ACI con el fin de obtener las cantidades de los insumos a utilizar, así mismo se realizará el diseño de mezcla práctico con la adición de la bacteria bacillus subtilis, teniendo ello se podrá elaborar las probetas.

Se realizará la elaboración de mezcla de concreto, además se incorporará la bacteria bacillus subtilis en porcentajes de 8% y 12% que será con relación a la cantidad del agua, luego se empezará con la elaboración de las probetas cilíndricas y prismáticas. Terminado ello se procede colocar las probetas en la congeladora (simulación de clima frío), con una manta de curado durante y después del fraguado del concreto. Las cuales deberán permanecer hasta que cumpla el tiempo de curado para realizar los ensayos de compresión, flexión y tracción.

Se realizará los ensayos de compresión según la Norma Técnica Peruana 339.034, a las probetas en forma de cilindro a los 7, 14 y 28 días para los especímenes modelo y para los especímenes con añadidura de bacterias.

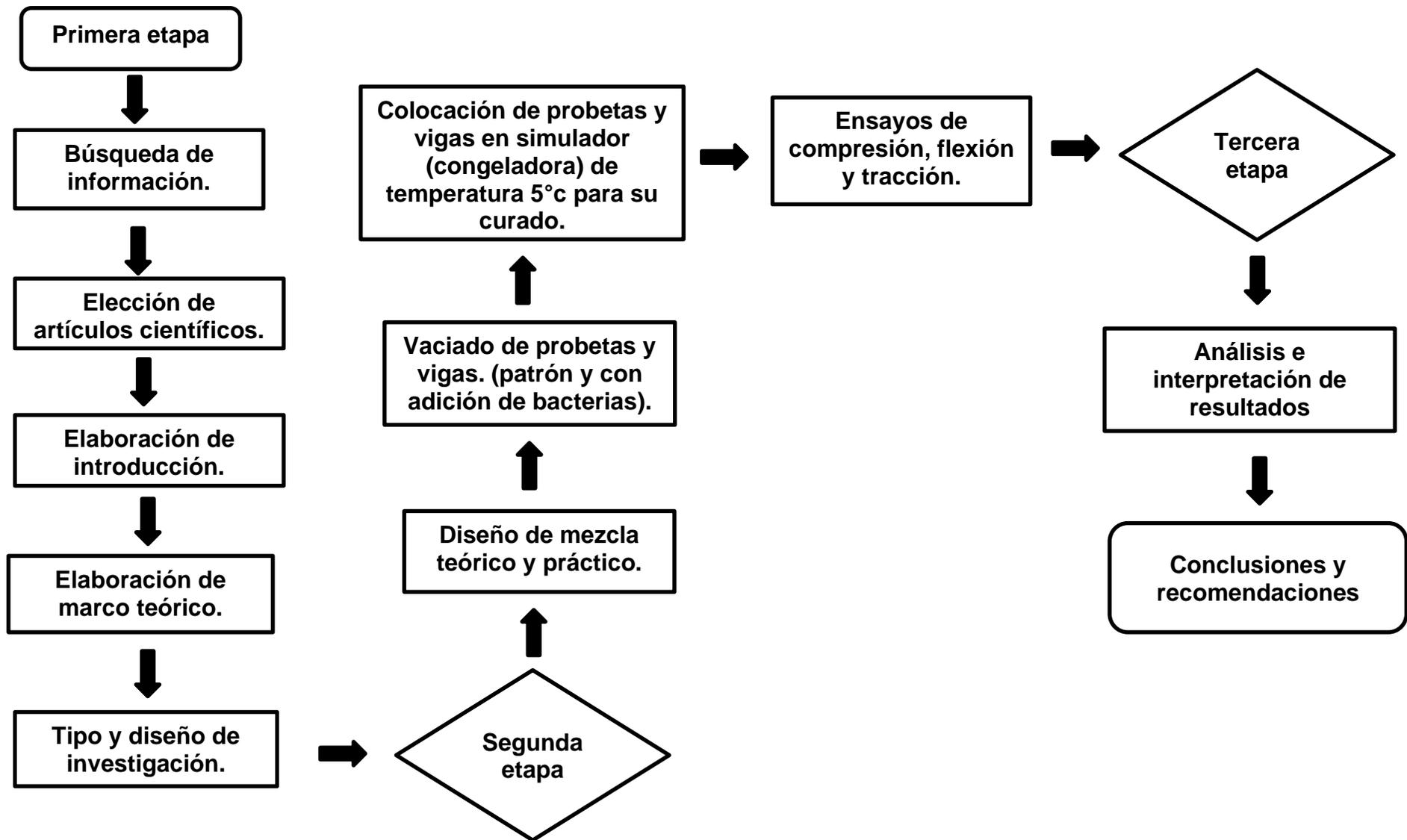
Se realizará las pruebas de tracción conforme a la Norma Técnica Peruana 339.084, a las probetas cilíndricas a los 28 días para los especímenes modelo y para los especímenes con añadidura de bacterias.

Además, se realizará las pruebas a flexión conforme a la Norma Técnica Peruana 339.078, a las vigas prismáticas rectangulares a los 28 días para la muestra modelo y las muestras con añadidura de bacterias.

**Tercera etapa (gabinete):**

Según los resultados obtenidos de los ensayos realizados se desarrollarán los análisis correspondientes, las discusiones, conclusiones y recomendaciones del presente estudio de investigación.

**FLUJOGRAMA**



### 3.6. Método de análisis de datos

Para analizar las hipótesis y contrastar se realizará mediante el software ANOVA siendo un método estadístico de tratamiento y contraste de datos, que brinda la comparación de múltiples muestras; además, esto permitirá analizar si son óptimas las resistencias mecánicas del concreto con las incorporaciones por medio de datos estadísticos, del mismo modo se calculara el promedio aritmético y análisis estadístico inferencial para contrastar las hipótesis.

### 3.7. Aspectos éticos

En la realización de la presente investigación como futuro profesional respetará la confiabilidad de los resultados y los derechos del autor que se menciona en las referencias bibliográficas, además deberá cumplir los siguientes principios éticos:

La **beneficencia**, favorecerá al sistema constructivo existente en las estructuras de concreto armado, debido que el propósito de este estudio es impulsar la utilización de material alternativo en la construcción.

**No maleficencia**, la presente investigación no intenta causar daños mediante la utilización de bacteria bacillus subtilis, al contrario, este brinda propiedades de auto reparación al concreto aumentando la vida útil del mismo, así mismo se tendría una estructura orgánica y resistente.

**Autonomía**, se promoverá el respeto por la autonomía personal de quienes pueden verse afectado por la implicación o participación directa en intervenciones científicas.

**Justicia**, el presente estudio ayudara a las personas y entidades relacionadas de manera éticamente correcta y adecuada.

#### IV. RESULTADOS.

**Objetivo específico 01:** Establecer el efecto que produce la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la compresión.

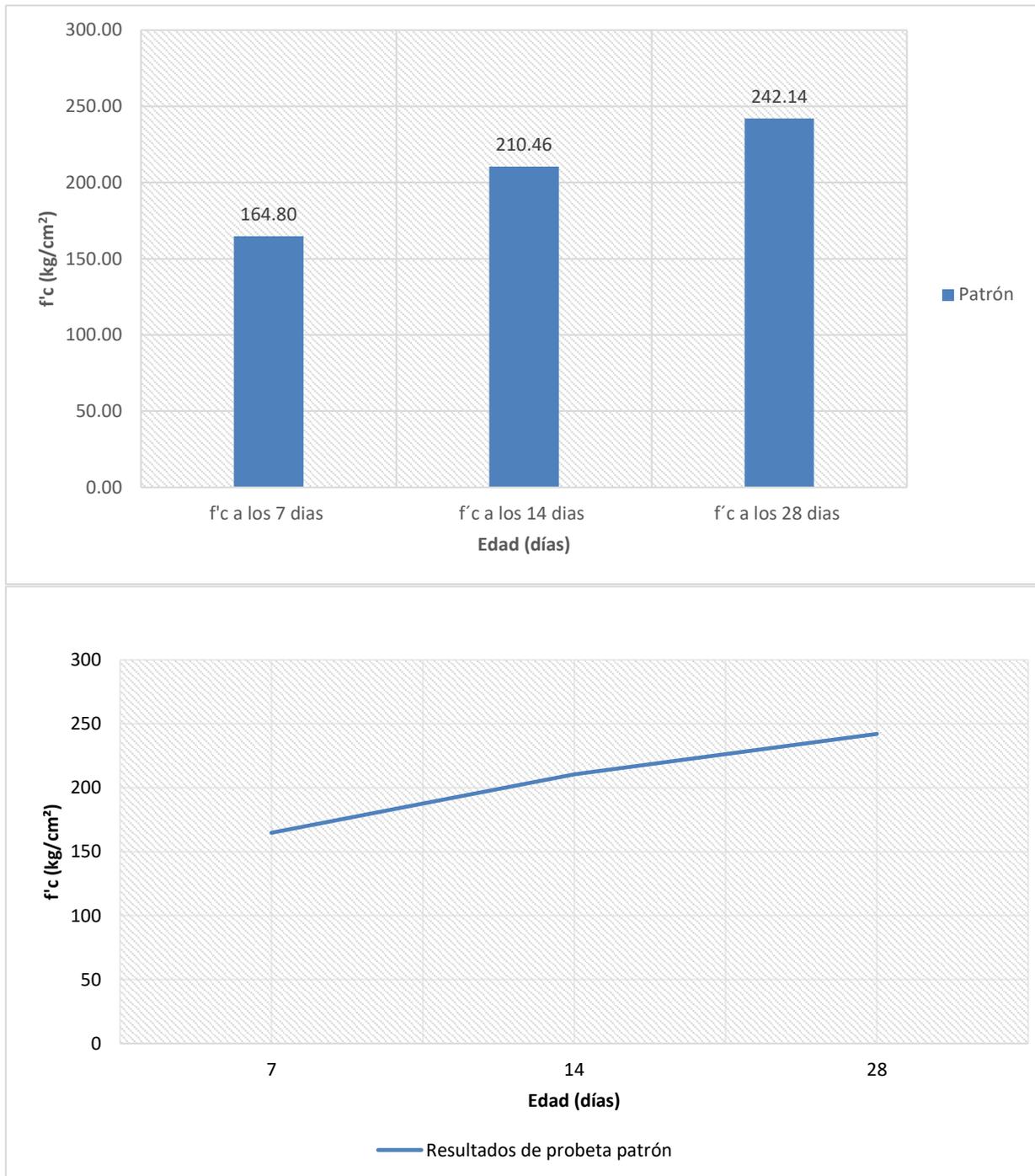
Se estableció el efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C, a través de ensayos a compresión de probetas (4" x 8") a los 7, 14 y 28 días.

Probeta N°	Porcentaje de adición	Resistencia de diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Promedio Resistencia a la compresión f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% Promedio
1		210	7	159.95	76.17%		
2		210	7	163.98	78.08%	164.80	78.48%
3		210	7	170.47	81.18%		
4		210	14	215.52	102.63%		
5	0%	210	14	205.39	97.81%	210.46	100.22%
6		210	14	210.46	100.22%		
7		210	28	237.72	113.20%		
8		210	28	242.14	115.30%	242.14	115.30%
9		210	28	246.55	117.41%		

**Tabla 2 :** Datos de compresión de probeta modelo a los 7, 14 y 28 días.

En la tabla N°2 se notó que los resultados de los ensayos a compresión de la muestra patrón a los 7, 14 y 28 días obtuvo resultados positivos, a los 28 días supero en un 15.30% con respecto a la resistencia de diseño, comprobándose que es un concreto

de buena calidad e idóneo para su utilización.

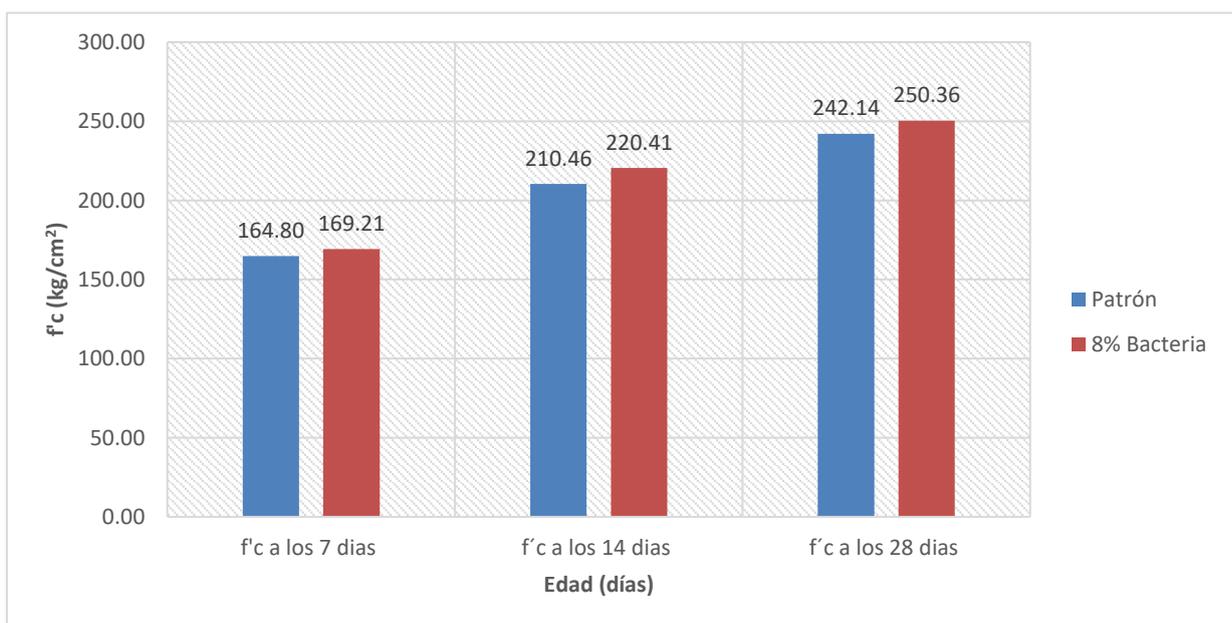


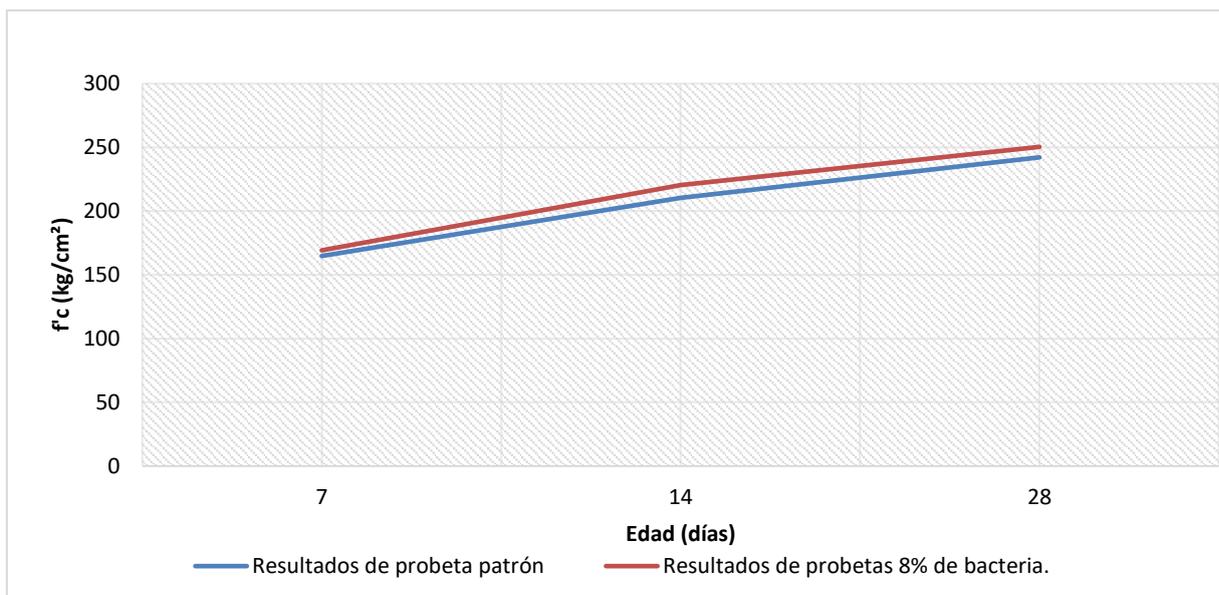
**Figura 2:** Grafico de resultado de ensayo a la compresión probeta patrón.

Probeta N.º	Porcentaje de adición	Resistencia de diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Promedio Resistencia a la compresión f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% Promedio
1		210	7	165.15	78.64%		
2		210	7	175.79	83.71%	169.21	80.58%
3		210	7	166.70	79.38%		
4		210	14	224.35	106.83%		
5	<b>8.0%</b>	210	14	219.94	104.73%	220.41	104.96%
6		210	14	216.95	103.31%		
7		210	28	257.07	122.41%		
8		210	28	252.26	120.13%	250.36	119.22%
9		210	28	241.75	115.12%		

**Tabla 3 :** Datos de compresión de probeta con 8% de adición de bacteria bacillus subtilis a los 7, 14 y 28 días.

En la tabla N°3 se observó que la resistencia a compresión de las probetas con adición de 8% de bacteria bacillus subtilis muestra una mejora de 3.92% con respecto al f'c de la probeta patrón y un 19.22% con relación al f'c de diseño 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad respectivamente.



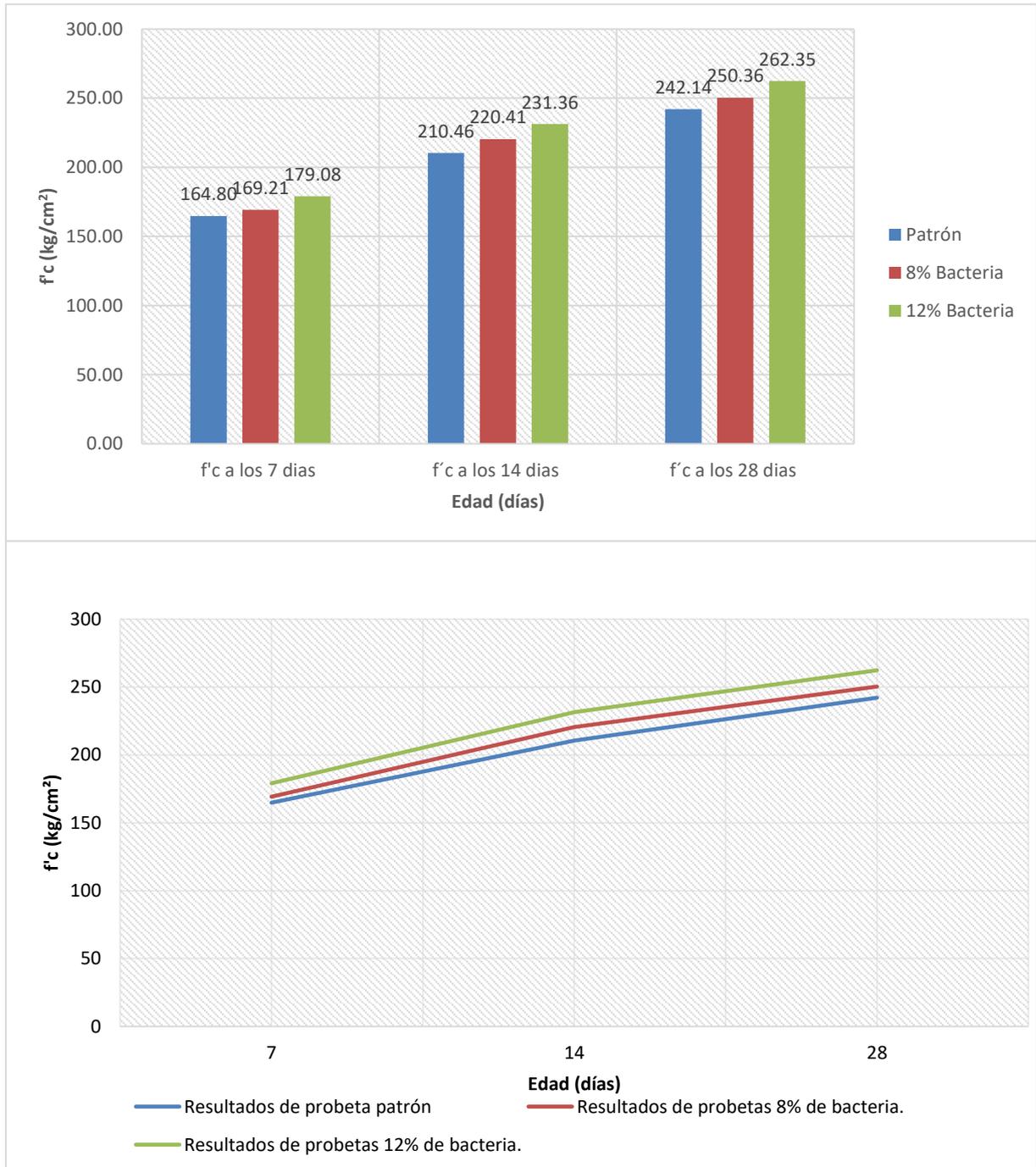


**Figura 3:** Grafico de datos de compresión con adición de 8% de bacteria.

Probeta N.º	Porcentaje de adición	Resistencia de diseño f'c (kg/cm²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm²)	%	Promedio Resistencia a la compresión f'c (kg/cm²)	% Promedio
1		210	7	179.56	85.50%		
2		210	7	182.02	86.68%	179.08	85.28%
3		210	7	175.66	83.65%		
4		210	14	232.66	110.79%		
5	<b>12%</b>	210	14	236.29	112.52%	231.36	110.17%
6		210	14	225.13	107.20%		
7		210	28	264.86	126.12%		
8		210	28	256.94	122.35%	262.35	124.93%
9		210	28	265.25	126.31%		

**Tabla 4:** Datos de compresión de probeta con 12% de adición de bacteria a los 7, 14 y 28 días.

En la tabla N°4 se contempló que la resistencia a la compresión de las probetas con adición de 12% de bacteria bacillus subtilis muestra una mejora de 9.63% con respecto al f'c de la probeta patrón y un 24.93% con relación al f'c de diseño 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad respectivamente.



**Figura 4:** Grafico de resultado de ensayo a compresión con adición de 12% de bacteria

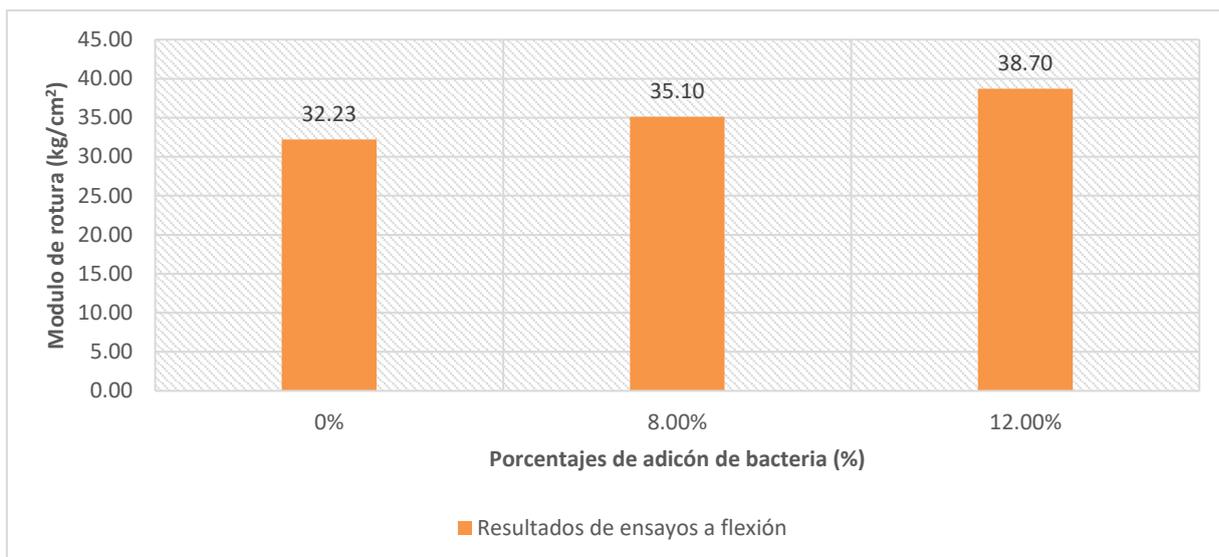
**Objetivo específico 02:** Analizar la medida del efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la flexión

Se analizo la medida del efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C, a través de ensayos de flexión de vigas (15cm x 15cm x 50cm) a los 28 días.

Viga N.º	Porcentaje de adición	Edad (días)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1		28	32.90	
2	<b>0%</b>	28	33.60	32.23
3		28	30.20	
4		28	34.80	
5	<b>8.0%</b>	28	35.60	35.10
6		28	34.90	
7		28	36.80	
8	<b>12.00%</b>	28	39.20	38.70
9		28	40.10	

**Tabla 5:** Resultado de ensayo a flexión de viga modelo y con adición de bacteria bacillus subtilis a los 28 días.

En la tabla N°5 se apreció que el promedio de resistencias a la flexión de las vigas con adición de bacterias (8.0% y 12%) bacillus subtilis a los 28 días, dieron como resultado 35.10 kg/cm<sup>2</sup> y 38.70 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, ambos promedios superando la resistencia a la flexión de la viga patrón que obtuvo 32.23 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 5:** Grafico de datos de flexión con adición de 0%, 8% y 12% de bacteria.

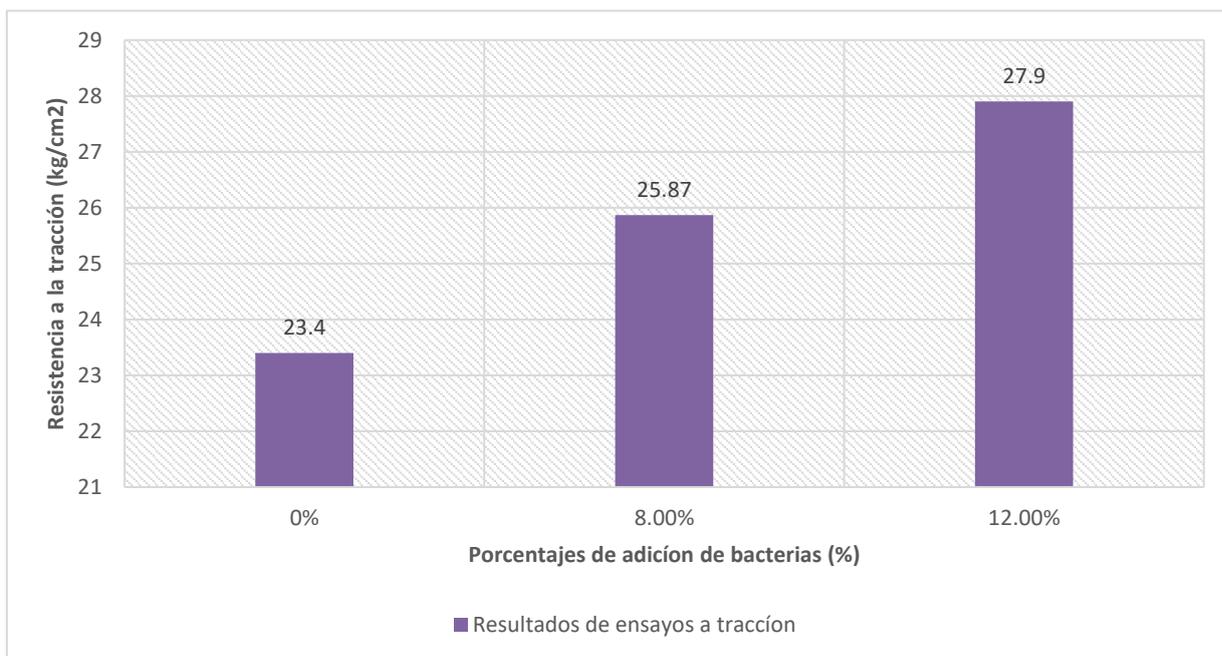
**Objetivo específico 03:** Evaluar el efecto que genera la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la tracción.

Se evaluó el efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C, a través de ensayos de tracción de probetas (4" x 8") a los 28 días

Probeta N.º	Porcentaje de adición	Edad (días)	Resistencia a la tracción (kg/cm²)	Promedio resistencia a la tracción (kg/cm²)
1	<b>0%</b>	28	24.30	23.40
2		28	23.50	
3		28	22.40	
4	<b>8.0%</b>	28	26.30	25.87
5		28	25.10	
6		28	26.20	
1	<b>12.00%</b>	28	27.80	27.90
2		28	29.10	
3		28	26.80	

**Tabla 6:** Resultado de ensayo a tracción de probeta patrón y con adición de bacterias bacillus subtilis a los 28 días.

En la tabla N°6 se observó que el promedio de resistencias a la tracción de las probetas con adición de bacterias (8.0% y 12%) bacillus subtilis a los 28 días, dieron como resultado 25.87 kg/cm<sup>2</sup> y 27.90 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, ambos promedios superando la resistencia a la tracción de las probetas patrón que obtuvo 23.4 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 6:** Grafico de datos de tracción con adición de 0%, 8% y 12% de bacteria.

### Contrastación de la hipótesis específica 1.

La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia a la compresión.

**H1.** La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia a la compresión.

**H0.** La bacteria bacillus subtilis no produce un efecto significativo en la resistencia a la compresión.

En primer lugar, se efectuó el análisis de la existencia de distribución normal teniendo en cuenta los datos de compresión de los especímenes cilíndricos (4" x 8") del concreto habiéndole incorporado 0%, 8%, y 12% de bacteria. De tal manera que se analizó 9

datos por dosificación. El análisis de normalidad apropiado para este caso es la de Shapiro-Wilk ( $n < 50$ ).

	Dosificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	Patrón	.891	9	.204
	Adición de 8%	.886	9	.182
	Adición de 12%	.862	9	.101

**Tabla 7:** Análisis de normalidad a los datos obtenidos de la compresión.

El valor p que se obtuvo sobre Resistencia Compresión en el Patrón fue de 0.204, dosificación 8% fue de 0.182 y dosificación 12% fue de 0.101 siendo en todas sus dosificaciones mayor de 0.05 ( $p > 0.05$ ). Esto significa que hubo distribución normal en todas sus dosificaciones.

Análisis de homogeneidad					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión	Basado en la media	.056	2	24	.946

**Tabla 8:** Análisis de homogeneidad sobre los datos de los ensayos a compresión.

Según el cuadro el valor de p fue de 0.946, siendo mayor que el valor de referencia 0.05. De tal forma se entiende que entre las dosificaciones de los ensayos a la compresión se encuentra homogeneidad.

En consideración, hay una distribución normal y homogeneidad por lo que es apropiado el empleo de análisis ANOVA para examinar si una de las adiciones tiene una distinción significativa analizar si hubo al menos uno de las dosificaciones evaluadas se diferencia significativamente con respecto a los resultados de los ensayos a compresión.

ANOVA					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1551.769	2	775.885	.615	.549
Dentro de grupos	30292.165	24	1262.174		
Total	31843.934	26			

**Tabla 9 :** Análisis ANOVA sobre los datos de ensayos a compresión

Según el cuadro se nota que el valor de p es de 0.549, siendo mayor que el valor de referencia 0.05. Por lo cual se señala que ninguna de las dosificaciones evaluadas tiene una distinción significativa con respecto a los resultados a la compresión.

A su vez, se hizo la prueba de Post hoc de Tukey con el objetivo de ratificar que no existe distinciones significativas entre las dosificaciones evaluadas.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la compresión						
HSD Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Patrón	Adición de 8%	-7.53111	16.74763	.895	-49.3547	34.2925
	Adición de 12%	-18.46556	16.74763	.522	-60.2892	23.3581
Adición de 8%	Patrón	7.53111	16.74763	.895	-34.2925	49.3547
	Adición de 12%	-10.93444	16.74763	.793	-52.7581	30.8892
Adición de 12%	Patrón	18.46556	16.74763	.522	-23.3581	60.2892
	Adición de 8%	10.93444	16.74763	.793	-30.8892	52.7581

**Tabla 10:** Método de Tukey compacta sobre los datos de ensayos a compresión.

De acuerdo a los datos que se aprecian en el cuadro, no existe distinciones significativas de todas las dosificaciones evaluadas. Esto ratifica que no hay influencia

significativa entre los datos de compresión del concreto al añadir la bacteria bacillus subtilis.

Por tal motivo se niega H1(h. alterna) y se acepta H0(h. nula).

### Contrastación de la hipótesis específica 2

La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia a la flexión

**H1.** Existe un efecto significativo de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la flexión.

**H0.** No existe un efecto significativo de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la flexión.

Se efectuó la prueba de distribución normal teniendo en cuenta la resistencia a la flexión de vigas (15cmx15cmx50cm) habiéndole incorporado 0%, 8%, 12% de bacteria bacillus subtilis. De tal forma que se analizó tres datos por cada dosificación. Por esto se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ( $n < 50$ ).

Normalidad de datos				
	Dosificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la Flexión	Patrón	.897	3	.375
	Adición de 8%	.842	3	.220
	Adición de 12%	.936	3	.510
a. Corrección de significación de Lilliefors				

**Tabla 11 :** Análisis de normalidad sobre los datos de los ensayos a flexión

El valor p que se obtuvo sobre Resistencia flexión en el Patrón fue de 0.375, dosificación 8% fue de 0.220 y dosificación 12% fue de 0.510 siendo en todas sus dosificaciones mayor de 0.05 ( $p > 0.05$ ). Esto significa que hubo distribución normal en todas sus dosificaciones.

Análisis de homogeneidad					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la Flexión	Basada en la media	2.904	2	6	.131

**Tabla 12:** Análisis de homogeneidad sobre los datos de los ensayos a flexión

Según el cuadro el valor de p tuvo un valor de 0.131 siendo mayor que el valor de referencia 0.05 indicando que hay homogeneidad de varianzas en las dosificaciones de los ensayos a flexión.

Se nota que hay una normalidad de datos y homogeneidad de varianza, en tal sentido se utilizara el análisis de varianza (ANOVA) para verificar si una de las dosificaciones evaluadas tiene una distinción significativa de acuerdo a los ensayos a flexión.

ANOVA					
Resistencia a la Flexión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	62.996	2	31.498	14.944	.005
Dentro de grupos	12.647	6	2.108		
Total	75.642	8			

**Tabla 13:** Análisis ANOVA sobre los datos de ensayos a flexión.

Según el cuadro se observa que el valor de p es 0.005 siendo este menor que el valor de referencia 0.05. Entonces esto nos indica que una de las adiciones analizadas tiene una distinción significativa de acuerdo a los ensayos a flexión.

Seguidamente se utilizó la prueba Post hoc de Tukey, con esto se resolvió con ello se determinó en donde se establecen las distinciones y si la dosificación patrón tiene una desigualdad significativa de las demás dosificaciones.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la Flexión						
HSD Tukey						
(I) Dosificaci ón	(J) Dosificaci ón	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Patrón	Adición de 8%	-2.86667	1.18541	.113	-6.5038	.7705
	Adición de 12%	-6.46667*	1.18541	.004	-10.1038	-2.8295
Adición de 8%	Patrón	2.86667	1.18541	.113	-.7705	6.5038
	Adición de 12%	-3.60000	1.18541	.052	-7.2371	.0371
Adición de 12%	Patrón	6.46667*	1.18541	.004	2.8295	10.1038
	Adición de 8%	3.60000	1.18541	.052	-.0371	7.2371

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**Tabla 14** : Método de Tukey compacta sobre los datos de ensayos a flexión.

Según se muestra en el cuadro, hubo distinciones significativas entre la dosificación patrón y la añadidura de 12% de la bacteria. Esto ratifica que si hay una influencia significativa en los datos de flexión del concreto al adicionar la bacteria bacillus subtilis.

Por tal motivo se acepta H1(alterna) y se niega H0 (nula).

### Contrastación de la hipótesis específica 3

La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia a la tracción.

**H1.** Existe un efecto significativo de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la tracción.

**H0.** No existe un efecto significativo de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la tracción.

Primeramente, se realizó el análisis de normalidad de datos teniendo en cuenta la resistencia a la tracción de probetas (4" x 8") del concreto habiéndole incorporado 0%,

8% y 12% de la bacteria bacillus subtilis. En tal sentido se analizó 3 datos por cada dosificación. El análisis de normalidad más indicado sería de Shapiro-Wilk ( $n < 50$ ).

	Dosificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la Tracción	Patrón	.992	3	.826
	Adición de 8%	.812	3	.144
	Adición de 12%	.994	3	.856

**Tabla 15** : Análisis de normalidad sobre los datos de tracción.

El valor p que se consiguió sobre la resistencia a tracción en el patrón fue de 0.826, dosificación 8% fue de 0.144 y dosificación 12% fue de 0.856 siendo en todas sus dosificaciones mayor de 0.05 ( $p > 0.05$ ). Esto significa que hubo distribución normal en todas sus dosificaciones.

Análisis de homogeneidad					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la Tracción	Se basa en la media	.283	2	6	.763

**Tabla 16** : Análisis de homogeneidad sobre los datos de los ensayos a tracción.

Según el cuadro el valor de p fue de 0.763 mayor al valor referencial de 0,05. Entonces se entiende que hay homogeneidad y normalidad de datos entre las dosificaciones de los ensayos a tracción.

En el sentido que hay normalidad de datos y homogeneidad de varianza se continua seguidamente con el ANOVA para evaluar si una de las dosificaciones tiene una distinción significativa de acuerdo a los datos obtenidos de la tracción de los especímenes modelo y con añadidura de bacteria.

ANOVA					
Resistencia a la Tracción					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	30.469	2	15.234	17.032	.003
Dentro de grupos	5.367	6	.894		
Total	35.836	8			

**Tabla 17:** Análisis ANOVA sobre los datos de ensayos a tracción.

De acuerdo al cuadro se aprecia un valor p de 0.003, el cual es menor a 0.05. Por lo consiguiente se puede decir que una de las adiciones evaluadas tiene una distinción significativa según los datos de tracción.

Seguidamente se aplicó el análisis de Post hoc de Tukey, con esto se resolvió en que parte se encuentran las distinciones significativas y si la dosificación patrón tiene una distinción significativa de las demás dosificaciones.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la Tracción						
HSD Tukey						
(I) Dosificació n	(J) Dosificació n	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Patrón	Adición de 8%	-2.46667*	.77220	.043	-4.8360	-.0973
	Adición de 12%	-4.50000*	.77220	.003	-6.8693	-2.1307
Adición de 8%	Patrón	2.46667*	.77220	.043	.0973	4.8360
	Adición de 12%	-2.03333	.77220	.086	-4.4027	.3360
Adición de 12%	Patrón	4.50000*	.77220	.003	2.1307	6.8693
	Adición de 8%	2.03333	.77220	.086	-.3360	4.4027

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**Tabla 18:** Método de Tukey compacta sobre los datos de ensayos a tracción.

Según se muestra en el cuadro, se notó que existen distinciones significativas entre las dosificaciones patrón y con adición de 12% de la bacteria bacillus subtilis. Esto ratifica que, si hay una influencia significativa en los datos obtenidos de ensayos a flexión practicados a los especímenes al adicionar esta bacteria.

En tal sentido se acepta H1(h. alterna) y se rechaza H0 (h. nula).

## **V. DISCUSIÓN**

En este estudio se ha contemplado la siguiente hipótesis general: La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C. En este contexto, se procede a discutir los resultados obtenidos, considerando los objetivos específicos propuestos en la investigación.

Con respecto al primer objetivo específico de establecer el efecto que produce la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la compresión, conforme a los resultados el conjunto de especímenes modelo obtuvo un resultado de 242.14 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, de esta forma, teniendo en cuenta que el conjunto de muestras experimentales, se tiene al conjunto con incorporación de 8% y 12% de bacteria bacillus subtilis obteniendo la resistencia de 250.36 kg/cm<sup>2</sup> y 262.35 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo se muestra un incremento de 19.22% y 24.93% respectivamente; con lo mencionado anteriormente, los resultados del presente concuerdan con los resultados de Ul Islam. y Waseem. (2023) quien observo un incremento de 18.78% en los datos de las pruebas compresión debido a la añadidura de esta bacteria. En otro estudio, Jena et al. (2020) logro un aumento de 32% en la resistencia a la compresión debido a la incrustación de bacillus subtilis en concreto a la concentración de células bacterianas de 1x10<sup>5</sup> células/ml de agua. Por otro lado, Akindahunsi et al. (2021) incorporaron bacillus subtilis en el concreto y constataron una mejoría de 14% en sus datos de obtenidos de las pruebas a compresión a los 28 días. Así mismo, según Zamba y Mohammed (2023) obtuvo resultados positivos de 19.55%, demostrando que la añadidura de bacteria al concreto mejoro los datos obtenidos de las pruebas a compresión. Además, según Castañeda (2023) concluye en su tesis que la bacteria bacillus con adición de 10% mejoro los resultados de los ensayos a compresión en un 11.11% en comparación con

el diseño sin bacteria.

Con respecto al segundo objetivo específico de analizar la medida del efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la flexión, según los resultados a los 28 días se evidencio un aumento significativo de 8.90% y 20.07% con respecto al espécimen modelo con la añadidura de la bacteria en porcentajes de 8% y 12% respectivamente. Además, mediante la corroboración estadístico Post hoc de Tukey indica que hay una influencia significativa en los datos obtenidos de las pruebas a flexión del concreto al adicional la bacteria bacillus subtilis. Estos resultados van relacionados en referencia a Ul Islam y Waseem (2023) la resistencia a flexión aumento el 5.78% con una concentración bacteriana de 1,0 %. De igual forma según Zamba y Mohammed (2023) tuvo como resultados positivos donde la resistencia a la flexión del concreto con bacteria bacillus subtilis aumento el 15.25%, utilizando una concentración de 108 ufc/ml. Por otro lado, Muños, Carlos y Peralta (2022) indica en los resultados que al incorporar la bacteria B. Subtillis a los 28 días tiene un incremento de 29% con respecto al concreto convencional.

En relación al tercer objetivo específico de evaluar el efecto que genera la bacteria bacillus subtilis en los resultados de los ensayos a tracción, según los resultados obtenidos se observa una mejoría en los resultados de los ensayos a tracción de 10.56% y 19.23% con respecto al patrón. Estos resultados van relacionados en referencia a Ul Islam y Waseem (2023) la resistencia a tracción aumento el 5.97% con una concentración bacteriana de 1,0 %. De igual forma según zamba y Mohammed (2023) tuvo como resultados positivos donde la resistencia a la tracción del concreto con bacteria bacillus subtilis aumento el 5.40%, utilizando una concentración de 108 ufc/ml. Así mismo según Castañeda (2023) donde concluye que la bacteria bacillus con adición de 10% a los 28 días aumento la resistencia a la tracción del concreto un 25%. Muños, Carlos y Peralta (2022) indica en sus resultados que al adicionar la bacteria a los 28 días de curado se tiene un incremento de 20% con respecto al concreto convencional.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye a nivel general, que de acuerdo a los resultados mediante la técnica de estadísticas ANOVA, desarrollado en el software SPSS, donde se determinó que, si existe una afectación positiva de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C, debido que supera el diseño del concreto contemplado de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Se concluye que, en relación al primer objetivo específico, la influencia de la bacteria bacillus subtilis genero resultados favorables al mejorar los resultados de los ensayos a compresión del concreto, ya que las dosificaciones de 8% y 12% a los 28 días aumentaron la resistencia un 19.22% y 24.93% respectivamente.
3. En cuanto al segundo objetivo específico, se pudo analizar el efecto positivo de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la flexión a los 28 días. También se pudo apreciar, a través de la comparación de la hipótesis estadística, que el concreto con adición del 12% de bacteria tiene mayor significancia en los resultados de los ensayos a flexión, ya que alcanzo un  $f'c = 38.70\text{kg/cm}^2$ , mientras que la muestra patrón alcanzó  $f'c = 32.23\text{kg/cm}^2$ .
4. Se evaluó el efecto que la bacteria bacillus subtilis produce en la resistencia a la tracción, a través de los resultados obtenidos y el análisis correspondiente. Se estableció que la añadidura de 12% de bacteria obtuvo resultados de los ensayos a tracción de  $f'c = 27.90 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual influye favorablemente, además aumentando su resistencia el 19.23% con respecto a la muestra patrón.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda analizar la cantidad de bacteria que se utilizara en el diseño de mezcla de los especímenes con respecto a la cantidad de agua, ya que un incremento excesivo de la bacteria podría afectar la resistencia del concreto.
2. Verificar que los equipos a utilizar estén bien calibrados para obtener resultados confiables que nos lleven a cumplir nuestros objetivos.
3. Comprobar que las proporciones designadas para la preparación del concreto, tengan las cantidades requeridas en el diseño de mezcla.
4. Preparar los especímenes de concreto de manera correcta, utilizando materiales de buena calidad y siguiendo lo indicado en la norma peruana.
5. Para el curado de los especímenes de concreto tener en cuenta la conservación de humedad adecuada y así poder alcanzar los resultados requeridos.

## REFERENCIAS

ABU BAKR, Mohd et al. Assessment of the mechanical and durability characteristics of bio-mineralized *Bacillus subtilis* self-healing concrete blended with hydrated lime and brick powder [en línea]. Vol 19, Noviembre 2023 [consultado el 15 de noviembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02672>

ISSN: 2214-5095.

ADDENAN, N. et al. Evaluation of Calcium Carbonate Precipitation by *Bacillus* spp. Isolated from Stingless Bee Products [en línea]. Vol 52 , Junio 2023 [consultado el 15 de Noviembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.17576/jsm-2023-5206-09>

ISSN: 0126-6039.

AYTEKIN, B., MARDANI, A. y YAZICI, Ş. State-of-art review of bacteria-based self-healing concrete: Biomineralization process, crack healing, and mechanical properties [en línea]. Vol 378 n°131198, Mayo 2023 [consultado el 15 de Septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131198>

ISSN: 0950-061

ALTHOEY, F. et al. Physical, strength, durability and microstructural analysis of self-healing concrete: A systematic review [en línea]. Vol 18 n°01730, Julio 2023 [consultado el 15 de Noviembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01730>

ISSN: 2214-5095.

BANDLAMUDI, R., DUTTA, J. Y KAR, A. Applications of microbial calcium carbonate precipitation in concrete through denitrification: a review [en línea]. Vol 8 n°113, Abril 2023 [consultado el 10 de Septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41062-023-01075-z>

ISSN: 2364-4176.

CHONG, Wang et al. Frost resistance of concrete mixed with nano-silica in severely

cold regions [en línea]. Vol 217, Septiembre 2023 [consultado el 15 de setiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2023.104038>  
ISSN: 0165-232X.

DAMODARAN, P. y THANGASAMY, L. Experimental investigation on mechanical properties and characterization of steel fibre concrete with *Bacillus subtilis* [en línea]. Vol 387 n°03002, Mayo 2023 [consultado el 15 de Septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338703002>  
ISSN: 2555-0403.

DOOSTKAMI, Hesam et al. Self-healing capability of conventional, high-performance, and Ultra High-Performance Concrete with commercial bacteria characterized by means of water and chloride penetration [en línea]. Vol 401, Octubre 2023 [consultado el 10 de Octubre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132903>  
ISSN: 0950-0618.

FU, Q. et al. Growth and mineralization characteristics of *Bacillus subtilis* isolated from marine aquaculture wastewater and its application in coastal self-healing concrete [en línea]. Vol 35 n°105654, Junio 2023 [consultado el 15 de Noviembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.105654>  
ISSN: 2352-4928.

GUAN, B. et al. Selecting bacteria for in-depth self-healing of concrete at both room and low temperatura [en línea]. Vol 394 n°132175, Agosto 2023 [consultado el 10 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132175>  
ISSN: 0950-0618.

HADI, M., et. al. Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis. Puno, Perú: Editorial Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C, 2023. 85pp.

ISBN: 978-612-5069-63-4

HEMANTH S. y RAMESH B. Study on the Flexural Strength of Glass Fiber-Reinforced M20 Grade Self-Healing Concrete Using a Novel Technique Microbial-Induced Calcite Precipitation [en línea]. Octubre 2023 [consultado el 10 de noviembre del 2023].

Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-981-99-4758-4\\_27](https://doi.org/10.1007/978-981-99-4758-4_27)

ISSN: 2195-4356.

HERNANDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: Mc Graw Hill-Interamericana Editores, S.A., 2018. 744 pp.

ISBN: 978-1-4562-6096-5.

HUANG, Y. et al. The effect of early-age freeze–thaw cycle damage on hydraulic concrete self-healing en línea]. Vol 27, Junio 2023 [consultado el 15 de Septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11043-023-09600-4>

ISSN: 1385-2000.

JUSTO, I., ARENA, N. et al. Bacteria-based self-healing concrete– A life cycle assessment perspective [en línea]. Vol 16 n°100244, Octubre 2023 [consultado el 10 de Octubre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100244>

ISSN: 2666-1659.

RAJESH, A, SUMATHI, A y GOWDHAMAN, D. Strength and durability assessment of self-healing bio-based composite concrete under different exposure conditions [en línea]. Vol 52 n° 1, Septiembre 2023 [consultado el 10 de septiembre de 2023].

Disponible en: <https://www.astm.org/jte20230271.html>

ISSN: 0090-3973.

REYAD, A., MOKHTAR, G. Impact of the immobilized Bacillus cereus MG708176 on the characteristics of the bio-based self-healing concrete [en línea]. Vol 13, Enero 2023 [consultado el 5 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-27640-1>  
ISSN:2045-2322.

RODRIGUEZ, Andrés y PÉREZ, Alipio. Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento [en línea]. Vol 82, Julio 2017 [consultado el 10 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/206/20652069006.pdf>  
ISSN: 0120-8160.

LI, Y., LU, X. et al. The progress and trend of Microbially Induced Carbonate Precipitation (MICP) research: a bibliometric análisis [en línea]. Vol 82 n°567, Noviembre 2023 [consultado el 15 de noviembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11273-8>  
ISSN: 1866-6280.

LI, H. et al. Effect of types of curing environments on the self-healing capacity of mortars incorporating crystalline admixture [en línea]. Vol 18 n°01713, Julio 2023 [consultado el 15 de Noviembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01713>  
ISSN: 2214-5095.

MENGISTU, D., MAMO, A. y GEMEDA, M. Isolation and characterization of calcite precipitating bacteria from soda lakes that have the capability to produce biocement for self-healing concretes [en línea]. Vol 408 n°133510, Octubre 2023 [consultado el 10 de octubre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133510>  
ISSN: 0950-0618.

MONDAL, S. y GHOSH, A. Biomineralization, bacterial selection and properties of microbial concrete: A review [en línea]. Vol 73 n°106695, Agosto 2023 [consultado el 10 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106695>  
ISSN: 2352-7102.

MOHAMMED, H. et al. Biomineralisation to improve properties of polymer modified concrete for chloride environments [en línea]. Vol 379 n°131237, Mayo 2023 [consultado el 10 de Septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131237>

ISSN: 0950-0618.

ÑAUPAS, H et. al. Metodología de la investigación. 5ta. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U, 2018. 560pp.

ISBN: 978-958-762-876.

PRASAD, C., LAKSHMI, T. y DEVI, G. Microstructural and Cantabro loss studies on self-healing concrete with crushed stone sand, Bacillus subtilis bacteria and calcium lactate [en línea]. Vol 8 n°123, Abril 2023 [consultado el 10 de Septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41062-023-01088-8>

ISSN: 2364-4176.

PRADEEP, G., RAMESH, B. y KRISHNAN, R. Study on the Tensile Strength of Glass Fibre Reinforced Self-Compacting Bacterial Concrete using a Novel Microbial Technique-Microbial Induced Calcite Precipitation [en línea]. Vol 10, Julio 2023 [consultado el 5 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V10I7P104>

ISSN:2348-8352.

RADHAKUMAR, L., MURUGAN, S. y SANKARALINGAM, J. Comparative Study on the Strength Behavior of Self-Healing Concrete Using Silica Gel and Bacteria as Healing Agents [en línea]. Vol 35 n° 04023483, Octubre 2023 [consultado el 10 de Octubre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1061/JMCEE7.MTENG-15986>

ISSN: 0899-1561.

RAHAMAN, S., SRUJAN, D. et al. Cell Viability Studies on Bacillus sp. under Different Storage Conditions for Usage in Improving Concrete Compressive Strength [en línea].

Vol 13 n°2392, Septiembre 2023 [consultado el 10 de octubre del 2023].  
Disponible en: <https://doi.org/10.3390/buildings13092392>  
ISSN: 2075-5309.

SARKAR, M., MAITI, M. et al. Bio-concrete: Unveiling self-healing properties beyond crack-sealing [en línea]. Vol 74 n° 106888, Septiembre 2023 [consultado el 15 de septiembre del 2023].  
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106888>  
ISSN: 2352-7102.

SRI, K., NAYAKA, R. y KUMAR, M. Mechanical properties of sustainable self-healing concrete and its performance evaluation using ANN and ANFIS models [en línea]. Vol 8 n°99, Septiembre 2023 [consultado el 10 de Octubre del 2023].  
Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41024-023-00345-8>  
ISSN: 2365-3159.

SHAHID, U. y SHAKEEL A. Strength retrieval and microstructural characterization of Bacillus subtilis and Bacillus megaterium incorporated plain and reinforced concrete [en línea]. Vol. 404, Noviembre 2023 [consultado el 10 de Noviembre del 2023].  
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133331>  
ISSN: 0950-0618.

SHADHAR, M. et al. Self-healing of concrete using bacteria: investigation of the impact of the process's conditions [en línea]. Vol 8 n°115, Abril 2023 [consultado el 10 de Septiembre del 2023].  
Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41062-023-01079-9>  
ISSN: 2364-4176.

SHUKLA, A. y GUPTA, N. Bacterial (Bacillus subtilis) as a Self-Healing Concrete: An Exploratory study [en línea]. Vol 2721 n°020035, Julio 2023 [consultado el 5 de septiembre del 2023].  
Disponible en: <https://doi.org/10.1063/5.0153926>  
ISSN: 0094-243X.

THANH HA N. y ELHEM G. Bacterial self-healing of concrete and durability assessment [en línea]. Vol. 104 , Junio 2019 [consultado el 10 de Septiembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.103340>

ISSN: 0958-9465.

UI ISLAM, S. y WASEEM, S. Strength retrieval and microstructural characterization of Bacillus subtilis and Bacillus megaterium incorporated plain and reinforced concrete [en línea]. Vol 404 n°133331, Septiembre 2023 [consultado el 15 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133331>

ISSN: 0950-0618

XU, J., WANG, W. et al. Exploring a high-urease activity Bacillus cereus for self-healing concrete via induced CaCO<sub>3</sub> precipitation [en línea]. Vol 107, Agosto 2023 [consultado el 10 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12725-8>

ISSN: 0175-7598.

YAZICI, Şemsi et al. Usability of sustainable materials on bacteria-based self-healing in cementitious systems [en línea]. Vol 34 n°17, Octubre 2023 [consultado el 10 de Octubre del 2023].

Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1045389X231157358>

ISSN: 1045-389X.

YAMASAMIT, N. et al. Effect of Bacillus subtilis on mechanical and self-healing properties in mortar with different crack widths and curing conditions [en línea]. Vol 13, Mayo 2023 [consultado el 5 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34837-x>

ISSN: 2045-2322.

YADAV, P. y KUMAR, S. Application of Bacillus Subtilis for Self-Healing and Improving Durability of Concrete [en línea]. Vol 2721 n°020012, Julio 2023 [consultado el 10 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1063/5.0154051>

ISSN: 0094-243X.

ZAMBA, D. y MOHAMMED, T. Self-healing performance of normal strength concrete with *Bacillus subtilis* bacteria [en línea]. Vol 2721 n°020012, Noviembre 2023 [consultado el 15 de Noviembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41024-023-00356-5>

ISSN: 2365-3159.

ZEINALI, F., AHMADI, J. y RAHMANI, H. Self–healing capacity assessment of cracked slag modified concrete under different re-curing conditions [en línea]. Vol 385 n°131512, Julio 2023 [consultado el 15 de Noviembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131512>

ISSN: 0950-0618.

IVAŠKĖ, A., GRIBNIAK, V., JAKUBOVSKIS, R. y URBONAVIČIUS, J. Bacterial Viability in Self-Healing Concrete: A Case Study of Non-Ureolytic *Bacillus* Species [en línea]. Vol 11 n°2402, Octubre 2023 [consultado el 10 de Noviembre del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11102402>

ISSN: 2076-2607.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: Matriz de consistencia**

Título del Proyecto:	Efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C.				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES		METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: * General: Científico. * Específico: Hipotético-Deductivo.</p> <p>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN: * Explicativo.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: * Aplicada.</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: * Experimental (Cuasi-experimental).</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA: * POBLACIÓN 45 ensayos al concreto (patrón y adiciones). * MUESTRA: 45 ensayos al concreto (muestra censal)</p> <p>TECNICAS DE INVESTIGACIÓN: * Observación directa. * Análisis documental.</p> <p><b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</b> * Formatos estandarizados de ensayos. (NTP 339.084,NTP 339 078,NTP 339.084)</p>
¿Cuál es el efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5 ° C.?	Determinar el efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C.	La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia mecánica del concreto a temperatura de fraguado de 5°C.	INDEPENDIENTE:	Adiciones	
			<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Bacteria Bacillus Subtilis</b>		
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	DEPENDIENTE:	Resistencia a la compresión	
¿Qué efecto produce la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la compresión?	Establecer el efecto que produce la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la compresión.	La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia a la compresión.			
¿En qué medida afecta la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la flexión?	Analizar la medida del efecto de la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la flexión.	La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia a la flexión.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Resistencia mecánica del concreto</b>	Resistencia a la flexión	
¿Qué efecto genera la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la tracción?	Evaluar el efecto que genera la bacteria bacillus subtilis en la resistencia a la tracción.	La bacteria bacillus subtilis produce un efecto significativo en la resistencia a la tracción.		Resistencia a la tracción	

**ANEXO 2:** Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION						
EFECTO DE LA BACTERIA BASILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C.						
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: Bacteria Bacillus Subtilis	Cabral, Ferreira, Batista, Casazza, Converti, Benachour y Asfora Sarubbo (2023) Señala que la biotecnología permite el cultivo de microorganismos para la asimilación del carbonato de calcio como un importante componente del cemento. Por medio de la biomineralización, que es el promotor original de la asimilación de componentes acorde con el concreto.	La bacteria bacillus subtilis se adicionará en porcentajes de 8% y 12% en la mezcla de concreto en función de la cantidad de agua.	Adiciones	0.00	%	Intervalo
				8.00	%	Intervalo
				12.00	%	Intervalo
VARIABLE DEPENDIENTE: Resistencia mecánica del concreto	La resistencia mecánica es la facultad del concreto de tolerar una carga en una determinada área dividiéndose en resistencia a la compresión, tracción y flexión.	Para calcular la resistencia mecánica se deberá hacer los ensayos de probetas y se realizará las roturas correspondientes	Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión (7, 14, y 28 días de edad) (NTP 339.034).	kg/cm <sup>2</sup>	Razón
			Resistencia a la flexión	Ensayo de resistencia a la flexión (28 días de edad) (NTP 339 078)	kg/cm <sup>2</sup>	Razón
			Resistencia a la tracción	Ensayo de resistencia a la tracción (28 días de edad) (NTP 339.084).	kg/cm <sup>2</sup>	Razón

**ANEXO 3: Instrumentos de recolección de datos**

	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>								
	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>								
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>								
<b>CONTROL Y RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO</b>									
<b>TITULO :</b>									
<b>AUTORES :</b>									
<b>f'c DISEÑO :</b>		kg/cm <sup>2</sup>		LUGAR					
<b>f'c R :</b>		kg/cm <sup>2</sup>							
N° DE PROBETA:	FECHA DE ELABORACION	AREA DEL TESTIGO	% DE ADITIVO	FECHAS DE ROTURA	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	PROMEDIO	% ADQUIRIDO	SLUM
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CONTROL Y RESISTENCIA DE TRACCIÓN DEL CONCRETO

<b>TITULO :</b>									
<b>AUTORES :</b>									
<b>f'c DISEÑO :</b>									
		kg/cm <sup>2</sup>		LUGAR					
<b>f'c R :</b>									
		kg/cm <sup>2</sup>							
N° DE PROBETA:	FECHA DE ELABORACION	AREA DEL TESTIGO	% DE ADITIVO	FECHAS DE ROTURA	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	PROMEDIO	% ADQUIRIDO	SLUM
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CONTROL Y RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO

<b>TITULO :</b>									
<b>AUTORES :</b>									
<b>f'c DISEÑO :</b>		kg/cm <sup>2</sup>		LUGAR					
<b>f'c R :</b>		kg/cm <sup>2</sup>							
Nº DE PROBETA:	FECHA DE ELABORACION	AREA DEL TESTIGO	% DE ADITIVO	FECHAS DE ROTURA	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	PROMEDIO	% ADQUIRIDO	SLUM
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									

## ANEXO 4: Cotización de ensayos de laboratorio



### FORMATO DE COTIZACIÓN DE ENSAYOS

RUC: 20609900327

COT. Nº 023-LEM-3144.1

REFERENCIA : SOLICITADO POR CORREO EL 16/11/2023  
 TESISTA :  
 ATENCIÓN : JOSE LOPEZ  
 TESIS : CONCRETO  
 FECHA : LOS OLIVOS, 16 DE NOVIEMBRE DEL 2023

#### EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO

ITEM	CONCEPTO	NORMA	UND	CANT	PARCIAL	SUBTOTAL
1.0	<b>ENSAYOS Y TRABAJOS EN CONCRETO FRESCO</b>					
1.1	DISEÑO DE MEZCLA (INCLUYEN ENSAYOS FISICOS DE LOS AGREGADOS Y SLUMP)		Und	1	S/. 410.00	S/. 410.00
1.2	DOSIFICACION ADICIONANDO BACILUS SUBTILIS EN 8% Y 12%		Und	2	S/. 60.00	S/. 120.00
1.3	ELABORACION DE PROBETAS (9 UNIDADES POR DISEÑO) 4X8 PULGADAS / INCLUYE 28 DIAS DE CURADO - PARA LOS ENSAYOS DE COMPRESION		Und	27	S/. 18.00	S/. 486.00
2.1	ELABORACION DE PROBETAS (3 UNIDADES POR DISEÑO) 4X8 PULGADAS / INCLUYE 28 DIAS DE CURADO - PARA LOS ENSAYOS DE TRACCION		Und	9	S/. 18.00	S/. 162.00
1.4	ELABORACION DE VIGAS DE CONCRETO DE 15X50X15 cm (6 UNIDADES POR DOSIFICACION) INCLUYE 28 DIAS DE CURADO		Und	9	S/. 25.00	S/. 225.00
2.0	<b>ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO</b>					
2.1	ROTURA A COMPRESION DE PORBETAS (7, 14, 28 DIAS) 3 POR EDAD		Und	27	S/. 15.00	S/. 405.00
2.2	ROTURA DE PROBETAS A TRACCION (28 DIAS) POR EDAD		Und	9	S/. 15.00	S/. 135.00
2.3	ROTURA A FLEXION DE VIGAS (28 DIAS) POR EDAD		Und	9	S/. 15.00	S/. 135.00
3.4	MATERIALES CANTERA TRAPICHE (CEMENTO, PIEDRA Y ARENA)		UND	1	S/. 300.00	S/. 300.00
3.0	<b>GABINETE</b>					
3.1	CERTIFICADO FIRMADO Y SELLADO POR UN ING. CIVIL COLEGIADO		Und	1	S/.	S/.
					<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/. 2,378.00</b>

#### NOTAS / ANOTACIONES:

- \* Validez de oferta 30 días desde su emisión
  - \* Se emitirá los certificados de calibración vigente de los equipos.
  - \* El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
  - \* Posterior a la aceptación de la presente propuesta, remitir ORDEN DE SERVICIO al correo [ventas@geocontrolperu.com.pe](mailto:ventas@geocontrolperu.com.pe)
- FORMAS DE PAGO: 50% ADELANTO / 50 % CONTRA ENTREGA DE CERTIFICADOS FIRMADOS**

#### CUENTAS DE PAGO:

CTA AHORROS BANCO DE CREDITO DEL PERU BCP  
 AHORROS SOLES: 19172742865039  
 CCI BCP: 00219117274286503951  
 700.00 están sujetos al 12% de detracciones BANCO DE LA NACIÓN

  
 ING. GILDER GARCÍA GUZMÁN  
 GERENTE COMERCIAL  
 GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC  
 R.U.C 20609900327

CALLE21, MZ B, LOTE 57, LOS ROSALES DE PRO-LOS OLIVOS ( ESPALDA DE LA UTP PANAM. NORTE)

Cel.: 963583788 -933583788

E-mail: [cotizaciones@geocontrolperu.com](mailto:cotizaciones@geocontrolperu.com) [www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)

## ANEXO 6: Cotización de bacteria bacillus subtilis



PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA LA AGRICULTURA EIRL  
CALLE 16 MZ 5 LOTE 18 AA- HH LAURA CALLER IBERICO  
LOS OLIVOS, LIMA - LIMA. Tel: ventas@pba.pe [www.pba.pe](http://www.pba.pe)

**RUC 20515364952**

**COTIZACIÓN**

**CT01-918**

**FECHA EMISIÓN:** 27/11/2023

**ASESOR:** Llanibel Tuesta

**MONEDA:** Soles

### 1. CLIENTE

**Razón Social:** FERNANDEZ MEGO, ALEX ALDO

**DNI:** 72640710

**Dirección facturación:** ASOC PROG DE VIV EL ROSARIO MZ. D LT. 14

### 2. DETALLES DEL PRESUPUESTO

CÓDIGO: ITEM / DESCRIPCIÓN	UND	QTY	V.UNIT	V.TOTAL	P.TOTAL
<b>BIO-74891564:</b> BIOSAFE SC - X 1L (BACILLUS SUBTILIS)	LTR	5.00	23.7288	S/ 118.64	S/ 140.00
				Subtotal	S/ 118.64
				IGV	S/ 21.36
				<b>IMPORTE TOTAL</b>	<b>S/ 140.00</b>

### 3. NOTAS

LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL FLETE

RECOJO EN LOS OLIVOS, AL DIA SIGUIENTE DEL DEPÓSITO PREVIA COORDINACIÓN

### 4. CONDICIONES DE PAGO

AL CONTADO

CUENTAS DE BANCO

BANCO DE CRÉDITO DEL PERU - CORRIENTE - PEN

Nº: 193-1574164-045 - CCI: 002-193001574164045-10

BANCO DE LA NACIÓN - DETRACCIONES

Nº: 00-074-083498

**Llanibel Tuesta Calderón**  
GERENTE GENERAL

# ANEXO 7: Certificado de granulometría de agregado grueso



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

INSTRUMENTACIÓN Y SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS DE CONCRETO

**RUC. 20609900327**

Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>FOR-PR-LAB-AG-001.01</td></tr> <tr><td>Revisión</td><td>3</td></tr> <tr><td>Aprobado</td><td>CC-GCP</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>14/09/2021</td></tr> </table>	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01	Revisión	3	Aprobado	CC-GCP	Fecha	14/09/2021																																																																																											
Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01																																																																																																				
Revisión	3																																																																																																				
Aprobado	CC-GCP																																																																																																				
Fecha	14/09/2021																																																																																																				
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C138																																																																																																					
<p><b>TEMA</b> : EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C.</p> <p><b>AUTOR</b> : Alirio Aldo Fernández Meza</p> <p><b>UBICACIÓN</b> : Lima, Perú</p> <p><b>Cemento</b> : Trapiche</p> <p><b>Material</b> : Agregado Grueso</p> <p><b>1ª Muestra</b> : M03</p> <p style="text-align: right;"><b>Ensayado por:</b> Mirilla Flores <b>Fecha de ensayo:</b> 11/03/2024</p>																																																																																																					
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO</b> ASTM C138																																																																																																					
<p><b>A) CONDICIONES DE ENSAYO:</b></p> <p><b>Método de preparación de muestra</b> : Seco a horno  <b>Método de tamizado</b> : Manual</p> <p><b>B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:</b></p> <p>Peso inicial húmedo : 7495.9 gr.      Contenido de Humedad : 0.19 %              Peso inicial seco : 7472.6 gr.      Tamaño máximo nominal : 3/4"              Método de finura : 6.31</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>MALLAS</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>MATERIAL RETENIDO (g)</th> <th>(%)</th> <th>Retenido (%)</th> <th>Peso</th> <th colspan="2">ESPECIFICACIONES (ASTM C33)</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Min</th> <th>Max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2"</td><td>50.00</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>37.50</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.00</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>85</td><td>100</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>18.75</td><td>1312.1</td><td>17.4</td><td>17.4</td><td>82.6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.50</td><td>3380.2</td><td>45.2</td><td>59.0</td><td>37.1</td><td>25</td><td>80</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.50</td><td>1218.6</td><td>16.3</td><td>79.2</td><td>20.8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 64</td><td>4.75</td><td>1417.2</td><td>18.9</td><td>98.1</td><td>1.9</td><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>Nº 50</td><td>2.99</td><td>65.1</td><td>0.9</td><td>99.0</td><td>1.0</td><td>0</td><td>5</td></tr> <tr><td>Nº 16</td><td>1.18</td><td>19.2</td><td>0.3</td><td>99.3</td><td>0.7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>FONDO</td><td></td><td>59.20</td><td>0.8</td><td>100.0</td><td>0.0</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p><b>C) CURVA GRANULOMÉTRICA:</b></p>  <p><b>OBSERVACIONES:</b>              * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS, SAC.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">                 Elaborado por:                    Jefe de Materiales                  Oscar Rodríguez Rodríguez                  JEFE DE LABORATORIO             </td> <td style="width: 33%; text-align: center;">                 Revisado por:                    Gilder García Guzmán                  INGENIERO CIVIL                  Calle: Alameda 997-1                  Ingeniero de Suelos y Pavimentos             </td> <td style="width: 33%; text-align: center;">                 Aprobado por:                    CONTROL DE CALIDAD                  José L. López García                  Técnico de Laboratorio                  Control de Calidad GEOCONTROL PERU             </td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-weight: bold; font-size: 24px;">GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS</div> <div style="text-align: center;"> <p><a href="http://www.geocontrolperu.com.pe">www.geocontrolperu.com.pe</a></p> </div> </div>			MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO (g)	(%)	Retenido (%)	Peso	ESPECIFICACIONES (ASTM C33)								Min	Max	2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0			1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	85	100	3/4"	18.75	1312.1	17.4	17.4	82.6			1/2"	12.50	3380.2	45.2	59.0	37.1	25	80	3/8"	9.50	1218.6	16.3	79.2	20.8			Nº 64	4.75	1417.2	18.9	98.1	1.9	0	10	Nº 50	2.99	65.1	0.9	99.0	1.0	0	5	Nº 16	1.18	19.2	0.3	99.3	0.7			FONDO		59.20	0.8	100.0	0.0			Elaborado por:  Jefe de Materiales Oscar Rodríguez Rodríguez JEFE DE LABORATORIO	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL Calle: Alameda 997-1 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD José L. López García Técnico de Laboratorio Control de Calidad GEOCONTROL PERU
MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO (g)	(%)	Retenido (%)	Peso	ESPECIFICACIONES (ASTM C33)																																																																																															
						Min	Max																																																																																														
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0																																																																																																
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100																																																																																														
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	85	100																																																																																														
3/4"	18.75	1312.1	17.4	17.4	82.6																																																																																																
1/2"	12.50	3380.2	45.2	59.0	37.1	25	80																																																																																														
3/8"	9.50	1218.6	16.3	79.2	20.8																																																																																																
Nº 64	4.75	1417.2	18.9	98.1	1.9	0	10																																																																																														
Nº 50	2.99	65.1	0.9	99.0	1.0	0	5																																																																																														
Nº 16	1.18	19.2	0.3	99.3	0.7																																																																																																
FONDO		59.20	0.8	100.0	0.0																																																																																																
Elaborado por:  Jefe de Materiales Oscar Rodríguez Rodríguez JEFE DE LABORATORIO	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL Calle: Alameda 997-1 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD José L. López García Técnico de Laboratorio Control de Calidad GEOCONTROL PERU																																																																																																			

# ANEXO 8: Certificado de granulometría de agregado fino



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

ANÁLISIS DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD Y OBRAS DE PAVIMENTOS

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	1
		Aprobado	CC-OCF
		Fecha	14/06/2024

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

<b>TESIS</b> : EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C. <b>AUTOR</b> : Alex Aldo Fernandez Mego <b>UBICACIÓN</b> : Lima, Perú	
<b>Castora</b> : Trapiche <b>Material</b> : Agregado fino <b>N° Muestra</b> : M-02	<b>Ensayado por:</b> Mirela Flores <b>Fecha de ensayo:</b> 11/03/2024

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO**  
ASTM C136

**A) CONDICIONES DE ENSAYO:**

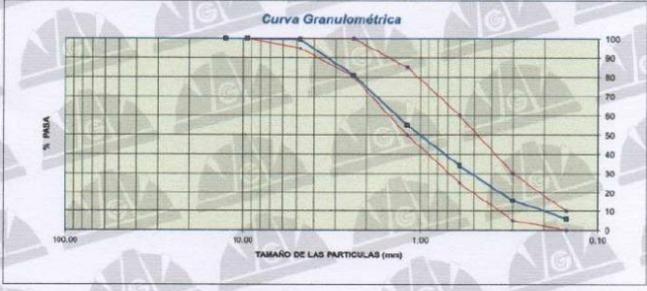
Método de preparación de muestra: Seco a horno  
 Método de tamizado: Manual

**B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

Peso inicial húmedo	993.9 gr.	Contenido de Humedad	1.90 %
Peso inicial seco	973.4 gr.	Tamaño más, nominal	N° 06
		Módulo de finura	3.00

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Acreta	Huso Arena
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 60	4.75	4.4	0.5	0.5	99.5	95	100
N° 80	2.33	183.5	18.8	19.3	80.7	80	100
N° 100	1.50	249.1	25.5	44.8	55.2	50	85
N° 200	0.75	207.2	21.2	66.0	34.0	25	60
N° 300	0.50	178.7	18.3	84.4	15.6	5	30
N° 400	0.375	84.1	8.6	94.9	5.1	0	10
FONDO	0.250	58.20	5.9	100.0	0.0		

**C) CURVA GRANULOMÉTRICA:**



**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC.

 Elaborado por: <b>Gilder García Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Controlado por: <b>Jose L. López García</b> CONTROL DE CALIDAD Técnico de Laboratorio Control de Calidad GEOCONTROL PERU	
--	--	--

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)

# ANEXO 9: Certificado de ensayo peso específico y absorción agregado fino



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

SECCION DE SERVICIOS PARA CONTROL DE CALIDAD Y SERVICIOS

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>FORPR/LABAG-00401</td></tr> <tr><td>Revisión</td><td>2</td></tr> <tr><td>Aprobado</td><td>CC-DCP</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>22/06/2021</td></tr> </table>	Código	FORPR/LABAG-00401	Revisión	2	Aprobado	CC-DCP	Fecha	22/06/2021
Código	FORPR/LABAG-00401									
Revisión	2									
Aprobado	CC-DCP									
Fecha	22/06/2021									
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C128										
<p><b>TESIS</b> : EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C.</p> <p><b>AUTOR</b> : Alex Aldo Fernández Mejo</p> <p><b>UBICACIÓN</b> : Lima, Peru</p> <hr/> <p><b>Centra</b> : Trapicho</p> <p><b>Material</b> : Agregado fino</p> <p><b>N° Muestra</b> : M-02</p> <p style="text-align: right;"><b>Ensayado por:</b> Mirella Flores <b>Fecha de ensayo:</b> 11/03/2024</p>										
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS</b> ASTM C128										
<b>A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:</b>										
Punto N°		P-1								
1	Peso de Muestra Seca	gr 492.20								
2	Peso de Agua + Agua	gr 587.60								
3	Peso de Frasco + Muestra SSS + Agua	gr 1001.30								
4	Peso de Muestra SSS	gr 300.00								
5	Peso Especifico de la Masa (SSS)	gr/cc 2.68								
6	Peso Especifico de la Masa (OD)	gr/cc 2.84								
7	Peso Especifico de la Masa (Aparente)	gr/cc 2.76								
8	Absorción	% 1.71								
<b>B) PESO ESPECÍFICO:</b>										
	PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc 2.68								
	PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc 2.84								
	PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc 2.76								
<b>C) ABSORCIÓN DE AGUA:</b>										
	ABSORCIÓN (%)	1.71								

**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad GEOCONTROL PERU
--	--	---

**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

CONTROL DE CALIDAD  
 José L. López García  
 Técnico de Laboratorio

www.geocontrolperu.com.pe

# ANEXO 10: Certificado de ensayo peso específico y absorción agregado grueso



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

SECCION DE SERVICIOS DE CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
-------------------------------------

<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b>
<b>ASTM C127</b>

Código	FOR-PRLAB-AG-00101
Revisión	2
Aprobado	CC-GCP
Fecha	22/06/2021

**TESIS** : EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C.

**AUTOR** : Alex Aldo Fernández Mago

**UBICACIÓN** : Lima, Perú

---

**Cámara** : Trípode

**Materia** : Agregado grueso

**N° Muestra** : M-01

**Ensayado por:** Mirella Flores  
**Fecha de ensayo:** 11/03/2024

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS**  
ASTM C127

**A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:**

Punto N°		P. 1
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	1085.0
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	1731.0
3	Peso de la Muestra Seca	1719.0
4	Peso específico de Masa (SSS)	2.88
5	Peso específico de Masa (OD)	2.86
6	Peso específico de Masa (Aparente)	2.71
7)	Absorción	0.70

**b) GRAVEDAD ESPECÍFICA:**

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.88
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2.86
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.71

**c) ABSORCIÓN DE AGUA:**

ABSORCIÓN (%)	0.70
---------------	------

**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC.

<p>Elaborado por:</p> <div style="text-align: center;">  <p><b>ENSAYO DE MATERIALES</b> Antonino R. Toribio Rodríguez Ing. de Materiales</p> </div> <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p><b>GEOCONTROL PERU</b> Y SERVICIOS</p>  <p><b>Gilder García Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p> <div style="text-align: center;">  <p><b>GEOCONTROL PERU</b> Y SERVICIOS</p> <p><b>CONTROL DE CALIDAD</b> José López García Técnico de Laboratorio</p> </div> <p>Control de Calidad GEOCONTROL PERU</p>
---	--	--

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)

**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

# ANEXO 11: Certificado de ensayo peso unitario de agregado fino



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

SECTOR DE INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>FOR-PR-LAB-AG-002.01</td></tr> <tr><td>Revisión</td><td>2</td></tr> <tr><td>Aprobado</td><td>CC-GCP</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>22/06/2021</td></tr> </table>	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01	Revisión	2	Aprobado	CC-GCP	Fecha	22/06/2021
Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01									
Revisión	2									
Aprobado	CC-GCP									
Fecha	22/06/2021									
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C29										
<p><b>TESIS</b> : EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C.</p> <p><b>AUTOR</b> : Alex Aldo Fernandez Mayo</p> <p><b>UBICACIÓN</b> : Lima, Perú</p> <p><b>Cantera</b> : Tapiche</p> <p><b>Materia</b> : Agregado fino</p> <p><b>N° Muestra</b> : M-02</p> <p style="text-align: right;"><b>Ensayo por:</b> Mirella Flores <b>Fecha de ensayo:</b> 11/05/2024</p>										
<b>PESO UNITARIO PARA AGREGADOS</b> ASTM C29										
<b>A) PESO UNITARIO COMPACTADO:</b>										
<b>Método utilizado</b> : Método A (PUC, TMN-1 1/2")										
<b>Recipiente utilizado</b> : R1 (Pequeño)										
<b>Punto N°</b>		P - 1      P - 2      P - 3								
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg      5.53      5.54      5.52								
2	Peso del Recipiente	kg      1.28      1.28      1.28								
3	Peso de la Muestra	kg      4.25      4.26      4.24								
4	Volumen del Mote	m <sup>3</sup> 0.00270      0.00270      0.00270								
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup> 1570.64      1574.33      1566.54								
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>1571</b>								
<b>B) PESO UNITARIO SUELTO:</b>										
<b>Método utilizado</b> : Método C (PUS)										
<b>Recipiente utilizado</b> : R1 (Pequeño)										
<b>Punto N°</b>		P - 1      P - 2      P - 3								
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg      4.97      4.95      4.96								
2	Peso del Recipiente	kg      1.28      1.28      1.28								
3	Peso de la Muestra	kg      3.69      3.67      3.68								
4	Volumen del Mote	m <sup>3</sup> 0.00270      0.00270      0.00270								
5	Peso Unitario Suelto	kg/m <sup>3</sup> 1363.54      1356.14      1359.24								
<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>1360</b>								

**OBSERVACIONES:**  
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 Katherine R. Darbido Rodríguez T.E.C. DE LABORATORIO Jefe de Laboratorio	 <b>GEOCONTROL PERU</b> Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 72894	 <b>GEOCONTROL PERU</b> Y SERVICIOS CONTROL DE CALIDAD José A. López García Jefe de Laboratorio Control de Calidad GEOCONTROL PERU

GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)

# ANEXO 12: Certificado de ensayo peso unitario de agregado grueso



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

SECCION DE SERVICIOS CONTROL DE CALIDAD Y SERVICIOS

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PRLAB-AG-002.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-9CF
		Fecha	22/06/2021

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C29

<b>TESIS</b> : EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE PRAGUADO DE 5°C. <b>AUTOR</b> : Alirio Alito Fernandez Meggi <b>UBICACIÓN</b> : Lima, Perú	<b>Cantera</b> : Trapiche <b>Materia</b> : Agregado grueso <b>N° Muestra</b> : 18-01
	<b>Ensayado por:</b> Miraflo Flores <b>Fecha de ensayo:</b> 11/03/2024

**PESO UNITARIO PARA AGREGADOS**  
ASTM C29

**A) PESO UNITARIO COMPACTADO:**

Método utilizado: Método A (PUC, TAM=1 1/2")  
 Recipiente utilizado: R3 (Grande)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg 31.58	31.58	31.57
2	Peso del Recipiente	kg 9.80	9.80	9.80
3	Peso de la Muestra	kg 21.78	21.79	21.77
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup> 0.01395	0.01395	0.01395
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup> 1561.23	1562.01	1560.57

**PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)**      **1561**

**B) PESO UNITARIO SUELTO:**

Método utilizado: Método C (PUS)  
 Recipiente utilizado: R3 (Grande)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg 25.63	29.84	29.62
2	Peso del Recipiente	kg 9.80	9.80	9.80
3	Peso de la Muestra	kg 15.83	19.84	19.82
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup> 0.01395	0.01395	0.01395
5	Peso Unitario Suelto	kg/m <sup>3</sup> 1421.51	1422.22	1420.70

**PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)**      **1422**

**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC.

Elaborado por:  Katherine E. Arellano Rodríguez JEFE DE LABORATORIO	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP: 14337111	Aprobado por:  José L. López Gallo INGENIERO CIVIL CIP: 14337111
---	--	---

GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)

# ANEXO 13: Certificado de diseño de mezcla patrón



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES Y OBRAS DE BARRIO

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código: FOR-LAB-CO-001 Revisión: 1 Agrobado: CC-GCP Fecha: 1/06/2020
-------------------------------------	---	---

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

REFERENCIA: Años Aldo Fernandez Mago AUTOR: Años Aldo Fernandez Mago TESIS: EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C. UBICACIÓN: Lima - Perú	Fecha de diseño: 13/03/2024
---	-----------------------------

DISEÑO PATRÓN - fe 210 kg/m³						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO #/kg	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.64	3.00	1.90	1.71	1300	1571
AGREGADO GRUESO - HUSO 57	2.66	0.91	0.19	0.70	1422	1561

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	AGENTAMIENTO			4		mm
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		mm
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.58		
4	AGUA			205		kg/m³
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			7.6		%
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.33		m³/m³
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
	FACTOR CEMENTO		368.39		8.7	Btu/m³
	Volumen absoluto del cemento			0.1191		m³/m³
	Volumen absoluto del Agua			0.2050		m³/m³
	Volumen absoluto del Aire			0.0290		m³/m³
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.343
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3101		m³/m³
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3468		m³/m³
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO			368		Kg/m³
	AGUA			205		Lts/m³
	AGREGADO FINO			818		Kg/m³
	AGREGADO GRUESO			923		Kg/m³
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
	CORRECCION POR HUMEDAD			2315		Kg/m³
	AGREGADO FINO HUMEDO			834.2		Kg/m³
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			924.3		Kg/m³
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO					Lts/m³
	AGREGADO GRUESO			-0.19		-1.6
				0.51		4.7
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					3.1
						204.1 Lts/m³
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO			368		Kg/m³
	AGUA			208		Lts/m³
	AGREGADO FINO			834		Kg/m³
	AGREGADO GRUESO			924		Kg/m³
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>						
	CANTIDAD DE MATERIALES (78 L.)			2335		Kg/m³
	CEMENTO			22.19		Kg
	AGUA			12.49		Lts
	AGREGADO FINO			80.09		Kg
	AGREGADO GRUESO			85.48		Kg
	PROPORCION EN PESO p3 (húmedo)					
	C	1.0				1.0
	A.F	2.26				2.50
	A.G	2.51				2.65
	H2o	24.0				24.0
	PROPORCION EN VOLUMEN p3 (húmedo)					
	C	1.0				1.0
	A.F	2.50				2.50
	A.G	2.65				2.65
	H2o	24.0				24.0

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 <b>Gilder Garcia Guzman</b> Ingeniero de Sucesos y Experimentos	 <b>Control de Calidad</b> Control de Calidad GEOCONTROL PERU

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)

ANEXO 14: Certificado de diseño de mezcla 8% bacteria bacillus subtilis



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-GCP
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b> AUTOR: Alex Aldo Fernandez Mego TESIS: EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C. UBICACIÓN: Lima - Perú	Fecha de diseño: 13/03/2024
--	-----------------------------

**DISEÑO PATRÓN - f'c 210 kg/cm²**

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINIZA	H.M. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.64	3.09	1.90	1.71	1360	1571
AGREGADO GRUESO - HUSO 57	2.65	6.91	0.19	0.70	1422	1561

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>			
1 ASIENTAMIENTO		4	mm
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		25	mm
3 RELACION AGUA CEMENTO		0.56	
4 AGUA		205	kg/m³
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0	%
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.35	m³/m³
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>			
<b>FACTOR CEMENTO</b>		368.39	Kg/m³
Volumen absoluto del cemento		0.1181	m³/m³
Volumen absoluto del Agua		0.2060	m³/m³
Volumen absoluto del Aire		0.0200	m³/m³
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>			
Volumen absoluto del Agregado fino		0.3101	m³/m³
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3468	m³/m³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO</b>			
CEMENTO		398	Kg/m³
AGUA		189	L/m³
AGREGADO FINO		819	Kg/m³
AGREGADO GRUESO		923	Kg/m³
BACILLUS SUBTILIS (dosis 8% del agua de diseño)		16.4	Kg/m³
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>		2298	Kg/m³
<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>			
AGREGADO FINO HUMEDO		834.2	Kg/m³
AGREGADO GRUESO HUMEDO		924.3	Kg/m³
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>			
AGREGADO FINO		-0.19	L/m³
AGREGADO GRUESO		0.51	L/m³
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>			191.7
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO</b>			
CEMENTO		398	Kg/m³
AGUA		192	L/m³
AGREGADO FINO		834	Kg/m³
AGREGADO GRUESO		924	Kg/m³
BACILLUS SUBTILIS (dosis 8% del agua de diseño)		16.4	Kg/m³
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>		2219	Kg/m³
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (78 kg)</b>			
CEMENTO		22.10	kg
AGUA		11.50	Lts
AGREGADO FINO		52.05	kg
AGREGADO GRUESO		56.46	kg
BACILLUS SUBTILIS (dosis 8% del agua de diseño)		084.0	g
<b>PROPORCION EN PESO p3 (húmedo)</b>			
C	1.0		
A/F	2.25		
A/G	2.81		
H2o	22.1		
<b>PROPORCION EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
C	1.0		
A/F	2.50		
A/G	2.85		
H2o	22.1		

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos	Aprobado por:  Control de Calidad
--	---	---

**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

**GILDER GARCIA GUZMAN**  
INGENIERO DE SUELOS

**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

**JOSÉ L. LOPEZ**  
CONTROL DE CALIDAD

www.geocontrolperu.com.pe

**ANEXO 15: Certificado de diseño de mezcla 12% bacteria bacillus subtilis**



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-GCP
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b> AUTOR: Alex Aldo Fernandez Mego <b>TESIS</b> EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C. <b>UBICACIÓN</b> Lima - Perú	Fecha de diseño: 13/03/2024
--	-----------------------------

DISEÑO PATRÓN - f'c 210 kg/cm²						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINIZA	H.M. NATURAL %	ABSORCON %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.64	3.09	1.90	1.71	1360	1571
AGREGADO GRUESO - MUJO 57	2.66	6.91	0.19	0.70	1422	1561

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			4	in	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56		
4	AGUA			205	kg/m³	
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			7.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.35		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>			368.39	Kg/m³	8.7	Ba/m³
Volumen absoluto del cemento				0.1181	m³/m³	
Volumen absoluto del Agua				0.2060	m³/m³	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m³/m³	
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						0.543
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3101	m³/m³	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3468	m³/m³	
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				358	Kg/m³	
AGUA				190	L/m³	
AGREGADO FINO				819	Kg/m³	
AGREGADO GRUESO				923	Kg/m³	
BACILLUS SUBTILIS (dosis 12% del agua de diseño)				24.6	Kg/m³	
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
CORRECCION POR HUMEDAD				2290	Kg/m³	
AGREGADO FINO HUMEDO				834.2	Kg/m³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				924.3	Kg/m³	
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				-0.19	L/m³	
AGREGADO GRUESO				0.51	L/m³	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>					183.5	L/m³
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				358	Kg/m³	
AGUA				184	L/m³	
AGREGADO FINO				834	Kg/m³	
AGREGADO GRUESO				924	Kg/m³	
BACILLUS SUBTILIS (dosis 12% del agua de diseño)				24.6	Kg/m³	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2310	Kg/m³	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (78 L)</b>						
CEMENTO				22.10	Kg	0.06
AGUA				11.01	Lts	
AGREGADO FINO				30.02	Kg	
AGREGADO GRUESO				55.46	Kg	
BACILLUS SUBTILIS (dosis 12% del agua de diseño)				1476.0	g	
<b>PROPORCIÓN EN PESO (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.26			A.F	2.50	
A.G	2.51			A.G	2.85	
H2o	21.2			H2o	21.2	

Elaborado por:



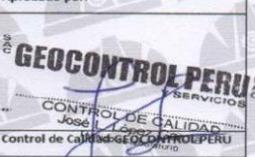
Catherine R. Tardío Rodríguez  
Jefe de Laboratorio

Revisado por:



Gilder García Guzmán  
INGENIERO CIVIL  
Ingeniero de Suelos y Pavimentos

Aprobado por:



José Luis Rodríguez  
CONTROL DE CALIDAD  
Control de Calidad GEOCONTROLPERU

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)

# ANEXO 16: Certificado de ensayo slump



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y SERVICIOS

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C143

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Alex Aldo Fernandez Mego  
**TESIS** : EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C.  
**UBICACIÓN** : Lima.

FECHA DE ENSAYO:

14/03/2024

IDENTIFICACIÓN	ASENTAMIENTO (pulg.)
PATRON	4
8% BACILUS SUBTILIS	4 3/4
12% BACILUS SUBTILIS	5

**OBSERVACIONES:**  
\*Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS SAC.

Elaborado por:  <b>Jefe de Laboratorio</b>	Revisado por:  <b>Gilder García Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP-Nº-20922	Aprobado por:  <b>Control de Calidad GEOCONTROL PERU</b> José L. López García Técnico de Laboratorio
---	--	--

**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)

**ANEXO 17: Certificado de ensayo de resistencia a compresión (probeta patrón)**



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y SERVICIOS

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS</b> <b>CILINDRICAS</b>	Código: FOR-LAB-CO-009 Revisión: 2 Aprobado: CC-GCP Fecha: 11/04/2024
-------------------------------------	--	--

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**

<b>REFERENCIA</b> SOLICITANTE: Alex Aldo Fernandez Mego TESIS: EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C. UBICACIÓN: Lima	Datos de laboratorio: CANTERA: TRAPICHE Fecha de emisión: 11/04/2024
---	--

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	Fc Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% Fc
PATRON N° 1	14/03/2024	21/03/2024	7	12562.7	78.54	160.0	210.0	76.2
PATRON N° 2	14/03/2024	21/03/2024	7	12876.8	78.54	164.0	210.0	78.1
PATRON N° 3	14/03/2024	21/03/2024	7	13388.7	78.54	170.5	210.0	81.2
PATRON N° 4	14/03/2024	28/03/2024	14	16927.0	78.54	215.5	210.0	102.6
PATRON N° 5	14/03/2024	28/03/2024	14	16131.7	78.54	205.4	210.0	97.8
PATRON N° 6	14/03/2024	28/03/2024	14	16529.3	78.54	210.5	210.0	100.2
PATRON N° 7	14/03/2024	11/04/2024	28	19364.1	78.54	246.6	210.0	117.4
PATRON N° 8	14/03/2024	11/04/2024	28	18670.7	78.54	237.7	210.0	113.2
PATRON N° 9	14/03/2024	11/04/2024	28	18915.4	78.54	240.8	210.0	114.7

**EQUIPO DE ENSAYO**  
Capacidad máxima 250 000 Lb., división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de material referente (Almohadillas de Neopreno).
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de GEOCONTROL PERU SAC

Elaborado por:  Katherine R. Soriano Andujar JEFE DE LABORATORIO	Revisado por:  Gilder Garcia Guzman INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA	Aprobado por:  José L. López García Ing. en Ingeniería
--	---	---

GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**ANEXO 19: Certificado de ensayo de resistencia a compresión (probeta 12% de bacteria)**



**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-GCP
		Fecha	11/04/2024

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Alex Aldo Fernandez Mego		
TESIS	: EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C.		
UBICACIÓN	: Lima	CANTERA	: TRAPICHE
			Fecha de emisión: 11/04/2024

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VAGIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MAXIMA kgf	AREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	Fc Deseo kg/cm2	% Fc
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	21/03/2024	7	14102.5	78.54	179.6	210.0	85.5
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	21/03/2024	7	13796.5	78.54	175.7	210.0	83.6
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	21/03/2024	7	14296.2	78.54	182.0	210.0	86.7
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	28/03/2024	14	18273.0	78.54	232.7	210.0	110.8
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	28/03/2024	14	18558.5	78.54	236.3	210.0	112.5
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	28/03/2024	14	17981.6	78.54	225.1	210.0	107.2
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	11/04/2024	28	20801.9	78.54	264.9	210.0	126.1
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	11/04/2024	28	20179.9	78.54	256.9	210.0	122.4
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	11/04/2024	28	20832.5	78.54	265.2	210.0	126.3

**EQUIPO DE ENSAYO**  
Capacidad máxima 250 000 Lb., división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de material referente (Almohadillas de Neopreno).
- \* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GEOCONTROL PERU SAC

Elaborado por:  ENSAYO DE MATERIALES Catherine R. Borlido Rodríguez T.C. DE LABORATORIO Jefe de Laboratorio	Revisado por:  <b>GEOCONTROL PERU</b> Y SERVICIOS Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL INGENIERO DE SUAVES INGENIERO DE SUAVES	Aprobado por:  <b>GEOCONTROL PERU</b> Y SERVICIOS CONTROL DE CALIDAD José L. López García INGENIERO CIVIL CONTROL DE CALIDAD GEOCONTROL PERU
---	--	---



[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)



**ANEXO 21: Certificado de ensayo de resistencia a tracción (probeta patrón y con adición de bacterias)**



**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD IN SITU

**RUC. 20609900327**  
 Cel: 963583788 - 928188964  
 Jr. La Madrid 268, Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 Email: Cotizaciones@geocontrolperu.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-126
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS	Versión	01
		Fecha	11/04/2024
		Página	1 de 1

**TÍTULO** : EFECTO DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO A TEMPERATURA DE FRAGUADO DE 5°C.

**SOLICITANTE** : Alex Aldo Fernandez Mago

**UBICACIÓN** : Lima

**FECHA DE EMISIÓN** : 11/04/2024

<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos
<b>f'c de diseño</b>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO (cm)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON N°1	14/03/2024	11/04/2024	28 días	10.0	7627.4	24.3 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON N°2	14/03/2024	11/04/2024	28 días	10.0	7382.6	23.5 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON N°3	14/03/2024	11/04/2024	28 días	10.0	7025.7	22.4 kg/cm <sup>2</sup>
8% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	11/04/2024	28 días	10.0	8259.6	26.3 kg/cm <sup>2</sup>
8% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	11/04/2024	28 días	10.0	7892.5	25.1 kg/cm <sup>2</sup>
8% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	11/04/2024	28 días	10.0	8218.8	26.2 kg/cm <sup>2</sup>
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	11/04/2024	28 días	10.0	8738.8	27.8 kg/cm <sup>2</sup>
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	11/04/2024	28 días	10.0	9156.9	29.1 kg/cm <sup>2</sup>
12% BACILLUS SUBTILIS	14/03/2024	11/04/2024	28 días	10.0	8422.7	26.8 kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS.

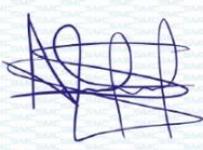
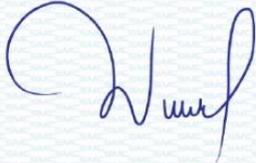
Elaborado por:  Karthene B. Sarmiento Rodríguez TEC. DE LABORATORIO	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  José L. López García TÉCNICO DE LABORATORIO
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad GEOCONTROL PERU

**GEOCONTROL PERU**  
Y SERVICIOS

[www.geocontrolperu.com.pe](http://www.geocontrolperu.com.pe)

## ANEXO 22: Certificado de calibración de equipos de laboratorio

 SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.	<b>CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA</b> EXPERIENCIA A SU SERVICIO		
<h1>Certificado de Calibración</h1> <h2>LM23-146</h2>			
<i>Número de OT: 542-2023</i>			
<b>CLIENTE</b>			
Razón Social	: GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.		
Dirección	: CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ B LOTE 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)		
<b>FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN</b>			
Fecha de Calibración	: 2023-10-07		
Lugar de Calibración	: En las instalaciones del cliente		
Fecha de Emisión	: 2023-10-10		
<b>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO</b>			
Marca	: ELE INTERNACIONAL	Identificación	: NO INDICA
Modelo	: ADR TOUCH HEAD	Procedencia	: NO INDICA
Serie	: 1887-1-00074	Ubicación	: Laboratorio
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO</b>			
Capacidad	: 2000	KN	
Resolución	: 0,01	KN	
<b>MÉTODO DE CALIBRACIÓN</b>			
Método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI PUCP, tomando como referencia la Norma UNE EN ISO 7500-1 "Verificación de Maquinas de ensayo uniaxiales estáticos. Parte 1: Maquinas de ensayo de tracción / compresión, verificación y calibración del sistema de fuerza"			
Sello	Metrologo	Director Técnico	
			
	Armando Marin Berrios	Wilfredo Reyes Yzaguirre	
El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.			
Edición 02 - Rev: Julio 2019		Página 1 de 2	
Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martín de Porres Telf.: 569-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente. www.smc-peru.com			

# Certificado de Calibración

## LM23-146

Número de OT: 542-2023

### PATRONES UTILIZADOS

Descripción del Instrumento	Identificación y/o Serie	N° de Certificado	Trazabilidad
Pie de Rey	PT-CELD-01	MT - 1206 - 2023	METROTEST
Termohigrometro	LT-IM-48	E510-0575A-2023-1	LO JUSTO

### CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18,9 °C	18,5 °C
Humedad Relativa	67 %	66 %



### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Indicación del Patrón	Indicación de Fuerza (Ascenso)				Error de Indicación (kgf)
	Valor de Indicación				
F <sub>i</sub> (kgf)	F1 (kgf)	F2 (kgf)	F3 (kgf)	F <sub>prom</sub> (kgf)	
1660	1519,7	1519,5	1519,6	1519,6	-140,6
3990	3757,0	3757,1	3756,8	3757,0	-233,0
6340	5939,8	5940,0	5939,9	5939,9	-400,2
8665	8199,6	8199,6	8199,8	8199,7	-465,3
10985	10560,5	10560,7	10560,7	10560,6	-424,4
13010	12549,2	12549,3	12549,0	12549,2	-461,1
15310	14820,1	14820,3	14820,2	14820,2	-490,1
17655	16977,2	16977,4	16977,4	16977,3	-677,7
20075	19394,0	19394,2	19393,8	19394,0	-681,0
22540	21661,3	21661,5	21661,3	21661,4	-878,7
24875	23993,8	23993,7	23993,9	23993,8	-881,6
27036	26309,6	26309,8	26309,6	26309,7	-725,8
29145	28338,2	28338,3	28338,3	28338,3	-807,0
32006	31191,7	31191,6	31191,9	31191,7	-814,1
35101	34703,0	34702,8	34703,1	34703,0	-397,9
<b>RETORNO A CERO</b>	0	0	0		

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

### OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".



# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-701-2023

Página : 1 de 2

**Expediente** : 380-2023  
**Fecha de emisión** : 2023-11-13

**1. Solicitante** : GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.

**Dirección** : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : MUFLA

**Indicación** : DIGITAL  
**Alcance de Indicación** : NO INDICA  
**Resolución** : 1 °C  
**Marca de Equipo** : NO INDICA  
**Modelo de Equipo** : NO INDICA  
**Serie del Equipo** : NO INDICA

**Marca de Indicador** : AUTONICS  
**Modelo de Indicador** : TC4S  
**Serie de Indicador** : NO INDICA

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones 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 Precisión 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**  
CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA  
11 - NOVIEMBRE - 2023

**4. Método de Calibración**  
La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	FLUKE	CT-019-2023	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,9	25,0
Humedad %	66	66

#### 7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización de la Mufla no menor a 30 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura  $k=2$  para un nivel de confianza del 95 %.



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



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-701-2023

Página : 2 de 2

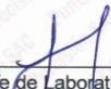
### Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL EQUIPO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
410	346,6	-63,4	2,2
630	568,3	-61,7	2,0
850	791,9	-58,1	2,0

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN  
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL EQUIPO} + \text{CORRECCIÓN}$

FIN DEL DOCUMENTO



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



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-700-2023

Página 1 de 5

Expediente : 380-2023  
Fecha de emisión : 2023-11-13

1. Solicitante : GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.  
Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de medición : MEDIO ISOTERMO (HORNO)

Marca : METROTEST  
Modelo : MS-H3  
Número de Serie : 560  
Procedencia : NO INDICA  
Código de Identificación : NO INDICA

Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL  
Alcance del Indicador : NO INDICA  
Resolución del Indicador : 1 °C  
Marca del Indicador : AUTONICS  
Modelo del Indicador : TCN4S  
Serie del Indicador : NO INDICA

Tipo de indicador del selc. : DIGITAL  
Alcance del Selector : NO INDICA  
División de Escala : 1 °C  
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Fecha de calibración : 2023-11-11

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 PRECISIÓN 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. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

#### 4. Lugar de calibración

CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA



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



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-700-2023  
Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	24,8	24,9
Humedad relativa (%hr)	67,0	66,0

### 6. Trazabilidad

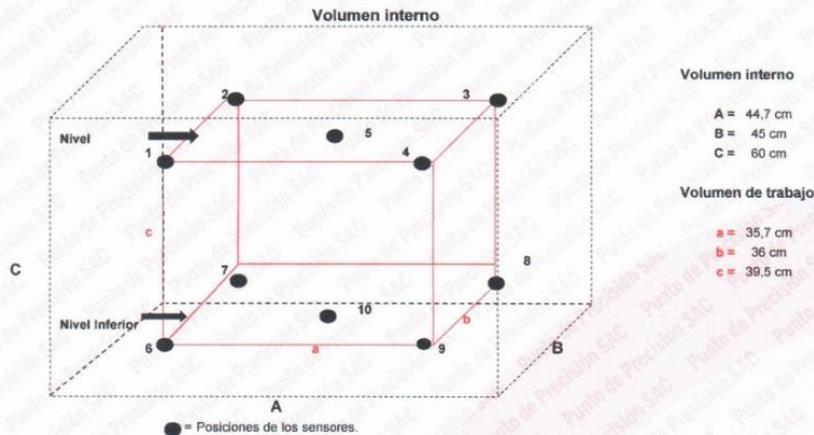
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo T con una incertidumbre en el orden de 0,1 °C a 0,1 °C.	CT-1086-2023	TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C.

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se coloca una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistio en un tazón de acero.
- Se selecciono el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo

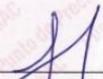


A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.  
a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 8,5 cm  
Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 12 cm



  
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 PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-700-2023  
Página 3 de 5

### 9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

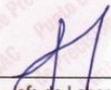
Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110	109,6	109,9	108,1	109,5	112,3	138,9	141,1	138,6	139,4	140,8	124,8	33,0
00:02	110	109,6	110,1	108,2	109,6	112,6	139,5	141,3	139,0	139,8	141,3	125,1	33,1
00:04	109	108,9	109,8	108,0	109,1	112,0	139,1	140,9	138,6	139,2	140,8	124,6	32,9
00:06	109	107,8	109,4	107,6	108,2	111,8	138,8	140,4	138,1	138,8	140,4	124,1	32,8
00:08	110	109,4	109,9	108,2	109,5	112,6	139,6	141,0	139,0	139,3	141,0	124,9	32,8
00:10	111	109,9	110,5	109,6	110,0	112,7	140,1	141,5	139,7	139,5	141,5	125,5	31,9
00:12	110	109,4	109,9	109,1	109,4	112,2	139,8	141,1	139,0	138,9	140,8	124,9	32,0
00:14	109	108,9	109,1	108,3	109,0	111,8	139,3	140,5	138,6	138,3	140,0	124,4	32,2
00:16	109	108,8	108,9	108,2	108,7	111,7	138,8	140,0	138,3	137,8	139,7	124,1	31,9
00:18	110	109,4	109,8	108,6	109,1	112,0	139,8	140,7	139,1	138,4	140,5	124,7	32,1
00:20	110	109,6	110,1	109,2	109,5	112,4	140,5	141,1	140,0	138,8	140,9	125,2	32,0
00:22	111	110,0	110,6	109,5	109,9	112,7	140,6	141,6	140,5	139,4	141,4	125,6	32,1
00:24	109	109,4	109,9	109,1	109,5	112,2	140,1	141,1	140,0	138,8	140,9	125,1	31,9
00:26	110	109,6	110,1	109,3	109,7	112,5	140,5	141,7	140,8	139,4	141,1	125,4	32,4
00:28	111	110,0	110,5	109,7	109,9	112,7	140,9	142,0	140,8	139,9	141,4	125,8	32,4
00:30	110	109,6	109,9	109,0	109,7	112,4	139,5	141,7	139,4	139,4	140,8	125,1	32,6
00:32	110	109,4	110,1	108,5	109,6	112,8	139,2	141,3	139,0	139,8	141,3	125,1	32,8
00:34	109	108,9	109,8	108,0	109,1	112,0	138,9	140,9	138,6	139,2	140,8	124,6	32,9
00:36	109	107,8	109,5	107,6	108,7	111,8	138,8	140,6	138,1	138,8	140,4	124,2	33,0
00:38	110	109,4	109,9	108,0	109,3	112,5	139,6	141,0	139,0	139,3	141,0	124,9	33,1
00:40	111	109,9	110,2	109,7	109,8	112,7	140,1	141,5	139,7	139,5	141,5	125,5	31,8
00:42	111	109,4	109,9	109,1	109,4	112,2	139,8	141,1	139,0	138,9	140,8	125,0	32,0
00:44	110	109,2	109,1	108,3	109,0	111,9	139,3	140,5	138,6	138,3	140,0	124,4	32,2
00:46	109	109,0	108,9	108,1	108,7	111,7	138,8	140,0	138,3	137,9	139,7	124,1	31,9
00:48	110	109,4	109,2	108,6	109,1	112,0	139,8	140,7	139,1	138,4	140,5	124,7	32,2
00:50	110	109,6	110,5	109,1	109,5	112,4	140,5	141,1	140,0	138,8	140,7	125,2	32,0
00:52	111	110,0	110,7	109,5	109,9	112,8	140,7	141,6	140,5	139,4	141,3	125,6	32,1
00:54	109	109,4	110,9	109,1	109,4	112,2	140,1	141,1	140,0	138,8	140,9	125,2	31,9
00:56	109	109,6	110,1	109,3	109,7	112,5	140,5	141,7	140,6	139,4	141,2	125,5	32,4
00:58	110	110,0	110,4	109,6	109,9	112,7	140,9	142,0	140,8	139,9	141,5	125,8	32,4
01:00	111	110,2	110,7	109,3	109,6	112,3	141,1	142,4	140,4	140,1	141,0	125,7	33,0

T. Promedio	109,4	109,9	108,7	109,3	112,3	139,8	141,1	139,4	139,1	140,8	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	110,2	110,9	109,7	110,0	112,8	141,1	142,4	140,8	140,1	141,5	
T. Mínimo	107,8	108,9	107,6	108,2	111,7	138,8	140,0	138,1	137,8	139,7	
DTT	2,5	2,0	2,1	1,8	1,1	2,3	2,3	2,7	2,3	1,8	

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	142,4	0,3
Mínima temperatura registrada durante la calibración	107,6	0,1
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	2,7	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	32,4	0,1
Estabilidad (±)	1,35	0,04
Uniformidad	33,1	0,3



  
 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 PRECISIÓN S.A.C.



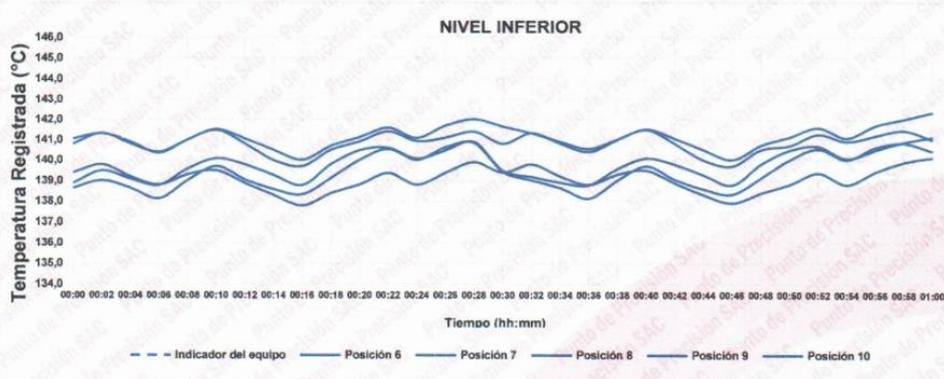
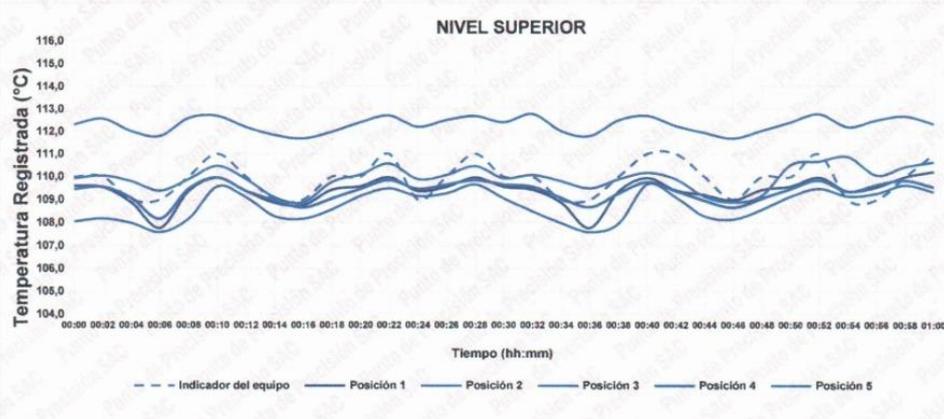
# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

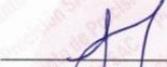
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-700-2023  
Página 4 de 5

## 10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



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



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

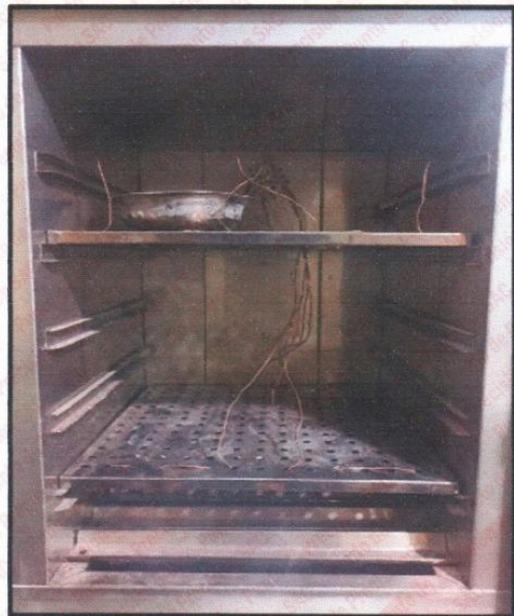
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-700-2023  
Página 5 de 5

## Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
$\Delta T$	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

## Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO



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



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1190-2023**

Página: 1 de 3

**Expediente** : 380-2023  
**Fecha de Emisión** : 2023-11-08

**1. Solicitante** : GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.

**Dirección** : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **NO INDICA**

**Modelo** : **NO INDICA**

**Número de Serie** : **NO INDICA**

**Alcance de Indicación** : **10 000 g**

**División de Escala de Verificación ( e )** : **1 g**

**División de Escala Real ( d )** : **0,1 g**

**Procedencia** : **NO INDICA**

**Identificación** : **NO INDICA**

**Tipo** : **ELECTRÓNICA**

**Ubicación** : **LABORATORIO**

**Fecha de Calibración** : **2023-11-06**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 PRECISIÓN 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. Método de Calibración**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**  
LABORATORIO de GEOCONTROL PERU Y SERVICIOS S.A.C.  
CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Angeles 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 PRECISIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1190-2023

Página: 3 de 3



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de $E_p$				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	$E_o$ (g)	Carga L (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)
1	10,00	10,0	0,07	-0,02	3 000,00	3 000,0	0,06	-0,01	0,01
2		10,0	0,05	0,00		3 000,0	0,09	-0,04	-0,04
3		10,0	0,06	-0,01		3 000,1	0,05	0,10	0,11
4		10,0	0,08	-0,03		3 000,0	0,07	-0,02	0,01
5		10,0	0,09	-0,04		2 999,6	0,05	-0,40	-0,36

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido :  $\pm$  3 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				$\pm$ emp (g)
	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	
10,00	10,0	0,05	0,00						
20,00	20,0	0,08	-0,03	-0,03	19,9	0,01	-0,06	-0,06	1
100,00	100,0	0,05	0,00	0,00	99,9	0,04	-0,09	-0,09	1
500,00	500,1	0,09	0,06	0,06	499,9	0,02	-0,07	-0,07	1
700,00	700,0	0,06	-0,01	-0,01	700,0	0,05	0,00	0,00	2
1 000,00	1 000,0	0,07	-0,02	-0,02	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	2
1 500,00	1 500,0	0,05	0,00	0,00	1 499,9	0,03	-0,08	-0,08	2
2 000,00	2 000,1	0,06	0,09	0,09	2 000,0	0,09	-0,04	-0,04	2
5 000,00	5 000,0	0,09	-0,04	-0,04	4 999,8	0,02	-0,17	-0,17	3
7 000,01	7 000,0	0,05	-0,01	-0,01	7 000,0	0,05	-0,01	-0,01	3
10 000,02	10 001,6	0,07	1,56	1,56	10 001,6	0,07	1,56	1,56	3

e.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,74 \times 10^{-5} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{1,28 \times 10^{-2} \text{ g}^2 + 2,02 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza     $\Delta L$ : Carga Incrementada    E: Error encontrado     $E_o$ : Error en cero     $E_c$ : Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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 PRECISIÓN S.A.C.

## ANEXO 22: Panel fotográfico

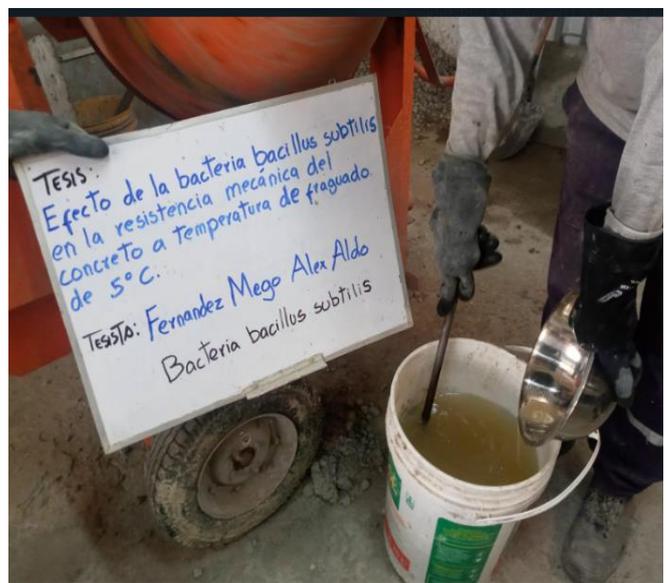
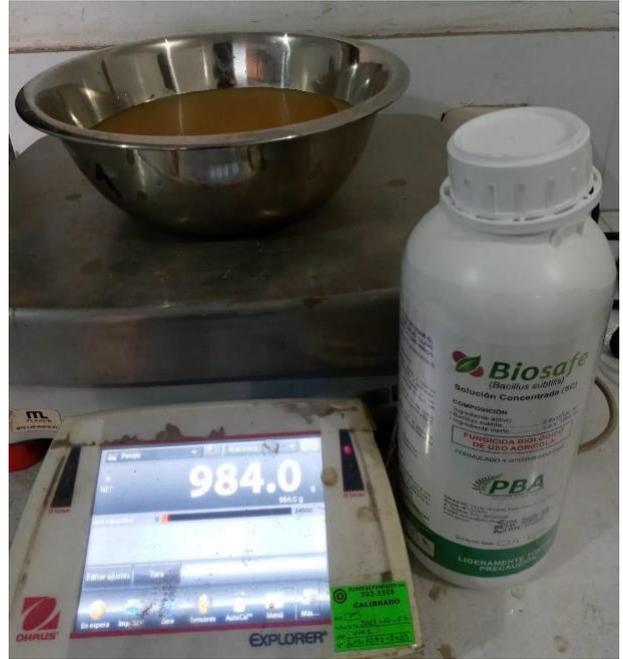
CON FECHA 14 DE MARZO DEL 2023, Se realizo el vaciado de mezcla de concreto Patrón y con las adiciones de la Bacteria Bacillus Subtilis



Se visualiza el equipo mezcladora, probetas cilíndricas de 4x8 pulgadas y probetas para la viga de concreto de 15x50x15cm



Se realizo el pesaje de los materiales (arena, piedra chancada, agua, y la Bacteria Bacillus Subtilis)



Se realizo la mezcla la Bacteria Bacillus Subtilis con agua, para el vaciado



Se realizo el slump del concreto patrón  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$



Se realizo el slump del concreto patrón  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  con adición 8% de Bacteria Bacillus Subtilis



Se realizo el slump del concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición 12% de Bacteria Bacillus Subtilis



Se realizo la elaboración de probetas de diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para los ensayos de compresión y tracción



Se realizó la elaboración de vigas de concreto de diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  – para el ensayo de flexión

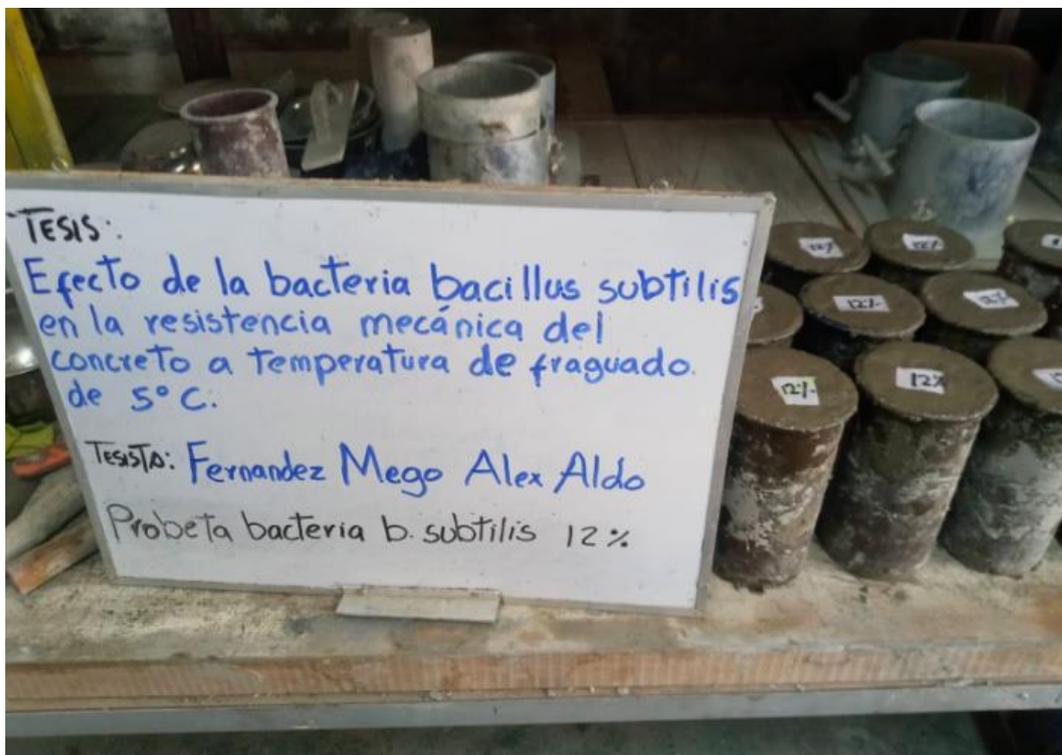


Se realizó la elaboración de probetas de diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición 8% de Bacteria Bacillus Subtilis – para los ensayos de compresión y tracción



Se realizó la elaboración de vigas de concreto de diseño patrón  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  con adición 8% de Bacteria Bacillus Subtilis – para el ensayo de flexión

Se



realizo la elaboración de probetas de diseño patrón  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  con adición 12% de Bacteria Bacillus Subtilis – para los ensayos de compresión y tracción



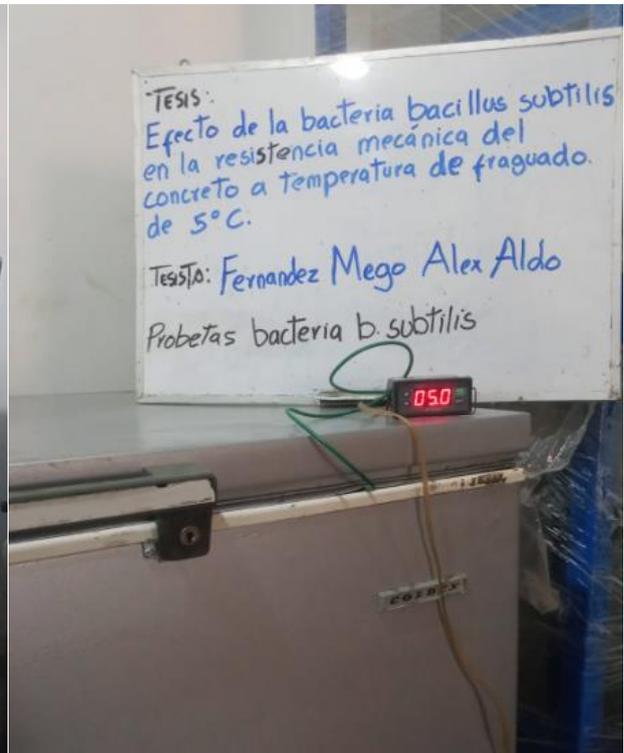
Se realizo la elaboración de vigas de concreto de diseño patrón  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  con adición 12% de Bacteria Bacillus Subtilis – para el ensayo de flexión



Elaboración de probetas de concreto y vigas de concreto de diseño patrón  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ , y con adición de Bacteria Bacillus Subtilis – para el ensayo de compresión, flexión y tracción.



Se colocaron todas las probetas y vigas de concreto a la congeladora para realizar la simulación de temperatura a 5°C.

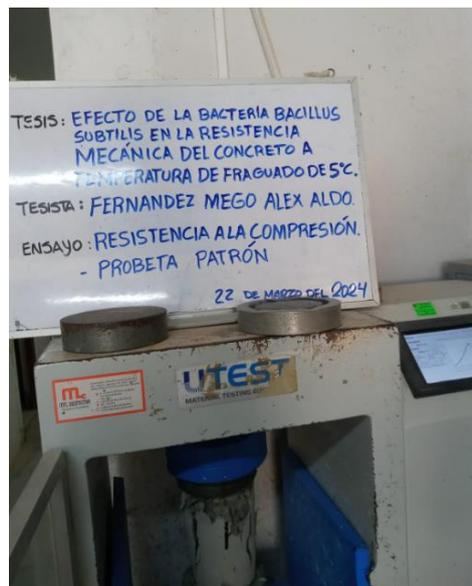
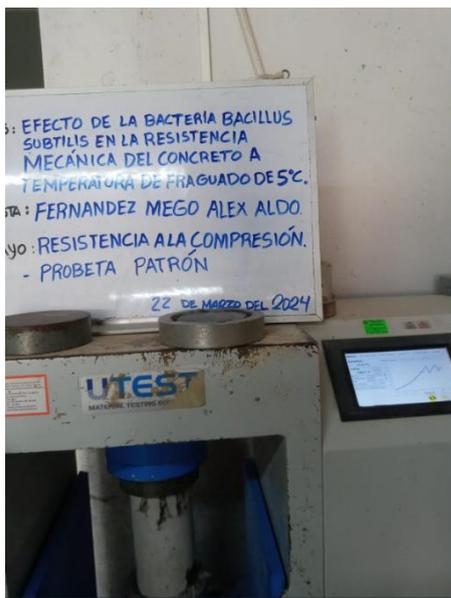


Las probetas y vigas de concreto permanecen en la congeladora a una temperatura de 5°C. (simulación de temperatura)



Las probetas y vigas de concreto permanecen en la congeladora a una temperatura de 5°C, cubiertas con una manta de curado de polietileno

CON FECHA 21 DE MARZO DEL 2024, se realizaron roturas de las probetas de los 7 días de edad; 09 probetas para la rotura a compresión del diseño patrón, además con la adicción de 8% y 12% de Bacteria Bacillus Subtilis



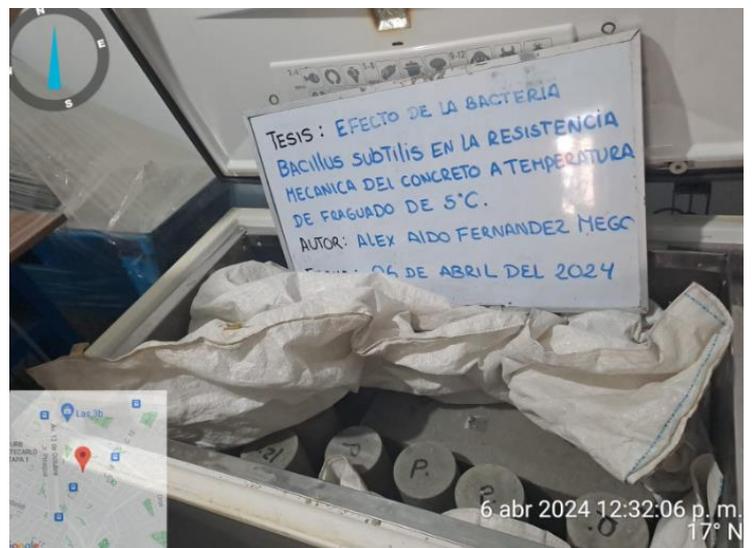
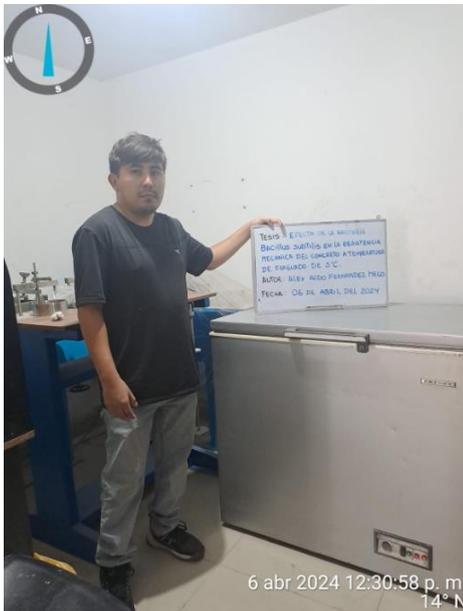


CON FECHA 28 DE MARZO DEL 2024, se realizaron roturas de las probetas de 14 días de edad, 09 probetas para la rotura a compresión del diseño patrón, además con la adicción de 8% y 12% de Bacteria Bacillus Subtilis



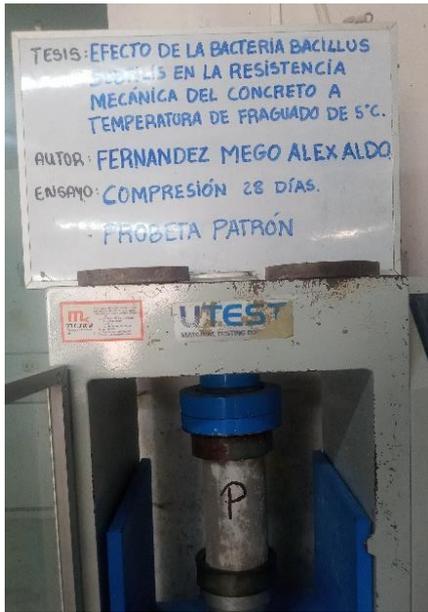




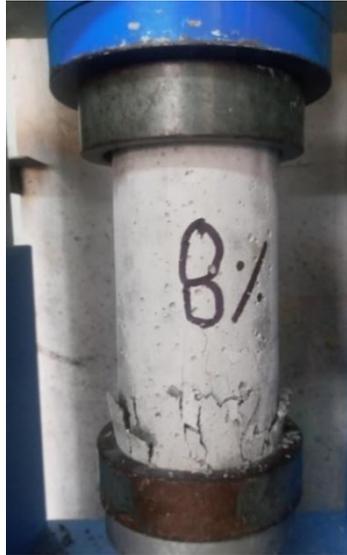
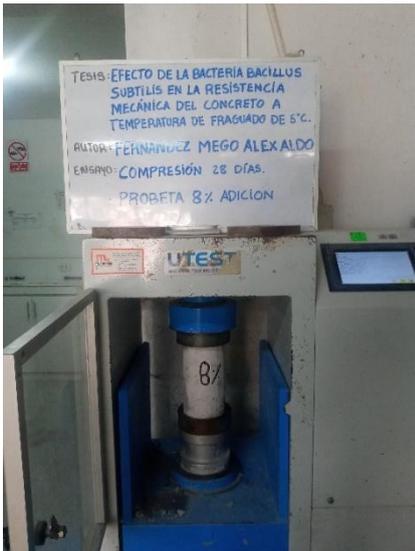


CON FECHA 11 DE ABRIL DEL 2024, se realizaron roturas de las probetas de los 28 días de edad; 09 probetas para el ensayo a compresión del diseño patrón, además con la adicción de 8% y 12% de Bacteria Bacillus Subtilis, también realizo el ensayo de tracción donde se hizo la rotura de 09 probetas y el ensayo de flexión donde se hizo la rotura de 09 vigas.





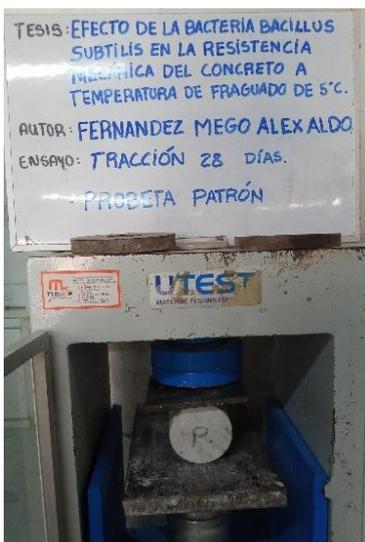
Ensayo de compresión probetas patrón 28 días.

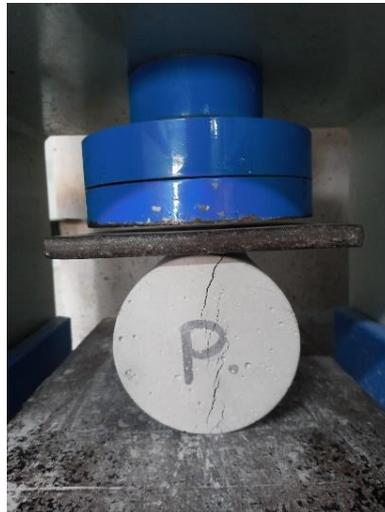


Ensayo de compresión probetas con adición de 8% de bacteria bacillus subtilis.



Ensayo de compresión de probetas con 12% de edición de bacteria bacillus subtilis.





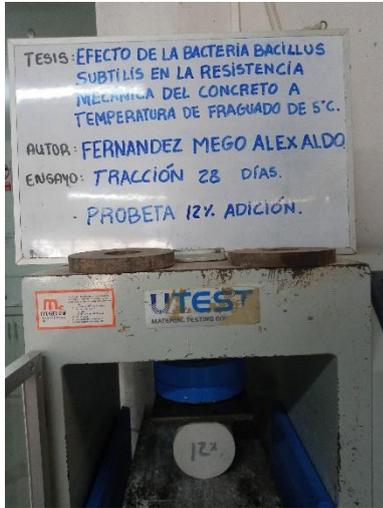
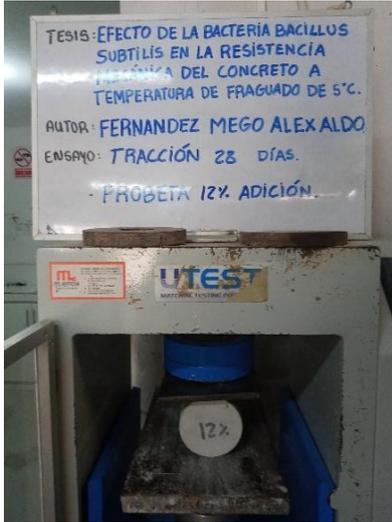
Ensayo de tracción de probetas patrón 28 días





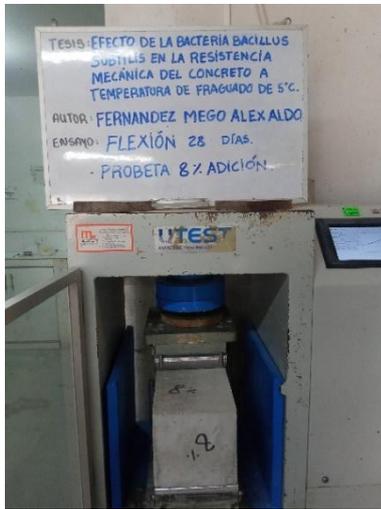
Ensayo de tracción de probetas con adición de 8% de bacteria bacillus subtilis.





Ensayo de tracción de probetas con 12% de adición de bacteria bacillus subtilis a los 28 días





Ensayo de flexión de vigas patrón y de vigas con adición de bacterias (8% y 12%) a los 28 días.