



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis,
Trujillo – 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORAS:

Aredo Tello, Karina Aracelli (orcid.org/0000-0002-0574-1049)

Juarez Acevedo, Lizeth Analy (orcid.org/0000-0002-6332-1667)

ASESOR:

Mg. Chávez Roncal, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-7463-1919)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis hijos, padres y esposo, por su apoyo incondicional, siendo pilares fundamentales a lo largo del camino para la culminación de mis proyectos, por las palabras de aliento, paciencia y comprensión. Mi fuente de inspiración y motivación en todo momento.

Karina Aracelli Aredo Tello

A mis padres por haberme formado con principios y valores, muchos de mis logros se les debo a ellos entre los que se incluye este.

A mis hermanos por sus consejos y buenas vibras que me sirvieron para cumplir un objetivo más en mi vida.

Lizeth Analy Juarez Acevedo

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía en este arduo camino e iluminarme con ideas claras y darme la resistencia y determinación para terminar este gran reto propuesto.

A los docentes, por sus enseñanzas y dedicación en todo el proceso académico. En especial agradecer a nuestro asesor el Mgtr. Luis Alberto Chávez Roncal por su orientación y disposición en esta última etapa de la carrera.

Karina Aracelli Aredo Tello

Agradezco a Dios por guiarme en este camino y darme fortaleza para poder seguir adelante en cada objetivo que me he propuesto de manera personal como profesional.

A mi familia por su comprensión y su apoyo incondicional que me viene brindando en este trayecto de mis estudios. De igual manera a todas las personas que de una u otra forma han sido partícipes en este trabajo.

Lizeth Analy Juarez Acevedo

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHAVEZ RONCAL LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f_c=280\text{Kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023", cuyos autores son AREDO TELLO KARINA ARACELLI, JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY, 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.

TRUJILLO, 05 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHAVEZ RONCAL LUIS ALBERTO DNI: 32964975 ORCID: 0000-0002-7463-1919	Firmado electrónicamente por: LCHAVEZRO el 16- 12-2023 23:38:15

Código documento Trilce: TRI - 0684605

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, AREDO TELLO KARINA ARACELLI, JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f_c=280\text{Kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria *Bacillus Subtilis*, Trujillo – 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
AREDO TELLO KARINA ARACELLI DNI: 18165557 ORCID: 0000-0002-0574-1049	Firmado electrónicamente por: KAREDOT el 06-12- 2023 12:41:04
JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY DNI: 75373600 ORCID: (0000-0002-6332-1567)	Firmado electrónicamente por: LJUAREZAC23 el 06- 12-2023 18:54:33

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Probetas cilíndricas sometidas a compresión.....	16
Tabla 2. Vigas prismáticas sometidas a flexión	16
Tabla 3. Técnicas e instrumentos.....	19
Tabla 4. Granulometría de agregados.....	22
Tabla 5. Resumen de las propiedades de los agregados	27
Tabla 6. Resumen de resistencias a compresión	27
Tabla 7. Resumen de resistencias a flexión.....	29
Tabla 8. Aplicación del ANOVA respecto a la resistencia a la compresión.....	31
Tabla 9. Aplicación del ANOVA respecto a la resistencia a flexión.....	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1. Resistencia a la compresión por edades	28
Gráfico 2. Resistencia a flexión por edades	30
Gráfico 4. Resistencia a flexión vs porcentaje de bacteria	30
Figura 1. Proceso	26
Figura 2. Resistencia a la compresión según porcentajes y edades	28

RESUMEN

El concreto es de suma importancia por su resistencia a la compresión, sin embargo, no es capaz de resistir las fuerzas de flexión y tensión. Cuando las fuerzas ejercidas sobrepasan su resistencia, nacen las grietas, y surge la necesidad de innovar mejoras en sus propiedades mecánicas de resistencia, siendo el objetivo de este estudio analizar si se producen mejoras en las propiedades principales del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con la incorporación de la bacteria *Bacillus Subtilis*. Para ello se llevó a cabo una metodología de investigación aplicada con un diseño experimental empleando 72 especímenes. De este total, se elaboraron 36 probetas cilíndricas distribuidas en 9 ejemplares de patrón 0% y 9 muestras por cada incorporación de *Bacillus Subtilis* al 3%, 6% y 9%. Del mismo modo, se emplearon 36 probetas prismáticas compuestas por 9 ejemplares de concreto patrón 0% y cada 9 muestras con *Bacillus Subtilis* al 3%, 6% y 9%. Tras un análisis exhaustivo que incluye el ANOVA, se llegó a la conclusión que al añadir un 9% de bacteria, aumentó un 6.95% la resistencia a compresión siendo significativo. En contraste en la resistencia a la flexión, no influye significativamente, siendo favorable hasta un 6% de bacteria que incrementa el 12.44%.

Palabras clave: Bacteria *Bacillus Subtilis*, propiedades mecánicas, bioconcreto.

ABSTRACT

Concrete is of utmost importance for its compressive strength, however, it is not capable of resisting bending and tensile forces. When the forces exerted exceed its resistance, cracks appear, and the need arises to innovate improvements in its mechanical resistance properties. The objective of this study is to analyze if improvements are produced in the main properties of concrete $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ with the incorporation of the bacterium *Bacillus Subtilis*. For this purpose, an applied research methodology was carried out with an experimental design using 72 specimens. Of this total, 36 cylindrical specimens were prepared, distributed in 9 standard specimens 0% and 9 samples for each incorporation of *Bacillus Subtilis* at 3%, 6% and 9%. Similarly, 36 prismatic specimens composed of 9 specimens of standard concrete 0%, and each 9 samples with *Bacillus Subtilis* at 3%, 6% and 9% were used. After an exhaustive analysis including ANOVA, it was concluded that the addition of 9% bacteria increased the compressive strength by 6.95%, which was significant. In contrast, bending strength is not significantly influenced, being favorable up to 6% of bacteria which increases 12.44%.

Keywords: *Bacillus Subtilis* bacteria, mechanical properties, bioconcrete.

I. INTRODUCCIÓN

El material convencional en edificaciones es el concreto, empleado en diversas estructuras por sus propiedades de resistencia y durabilidad, las que pueden verse afectadas por factores ambientales, mano de obra calificada o el empleo de materiales que no cumplen controles de calidad correspondientes, teniendo como resultado, un concreto poco resistente, lo que conlleva a su degradación, reduciendo su vida útil, llegando a la inseguridad de las edificaciones ante eventos extremos como los sismos y el cambio climático que impactan el sector constructivo. La mala fabricación del concreto, provoca mayores contracciones de fragua, lo cual muchas veces da lugar a la presencia de fisuras en estructuras de concreto armado. Por esta razón nos interesa solucionar la problemática que enfrenta las obras civiles; a nivel internacional Lagazo et al. (2019) presenta un desafío relacionado con la necesidad de contar con alguna alternativa de solución ante la presencia de fisuras en las estructuras de concreto. Esto genera una importante carencia en monitoreo de la calidad durante la realización de las construcciones, específicamente en lo que respecta al concreto empleado en elementos estructurales. Esta deficiencia contribuye a que el concreto presente fisuras en las obras civiles, debido a la combinación de un diseño inadecuado y calidad limitada de los materiales empleados, que alteran la resistencia y duración del concreto. También en el ámbito nacional, Muñoz, Sánchez y Peralta (2023) uno de los inconvenientes en las estructuras peruanas es que muchas de ellas presentan fallas debido a que los obreros no dosifican con exactitud los componentes, lo que ocasiona que el concreto tenga una resistencia baja a la compresión y disminuya el periodo de vida útil. En consecuencia, hay más problemas y exigencias, pero también hay una creciente necesidad de emplear materiales de construcción de mayor calidad que puedan seguir el ritmo de los nuevos avances tecnológicos y las expectativas del mercado. Conforme a lo mencionado con anterioridad se formula el siguiente problema, ¿De qué manera influye la bacteria *Bacillus Subtilis* en las propiedades mecánicas de un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, Trujillo – 2023?, el cual conlleva a los problemas específicos, tales como, ¿De qué manera la incorporación de la bacteria *Bacillus Subtilis* en porcentajes de 3%, 6% y 9% aumentará la resistencia a la compresión de un

concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$?, ¿De qué manera la incorporación de la bacteria *Bacillus Subtilis* en proporciones de 3%, 6% y 9% aumentará la resistencia a flexión de un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$?, ¿Existe relación entre la bacteria *Bacillus Subtilis* y el mejoramiento de las propiedades mecánicas de un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$?. Se justifica el estudio socialmente, por los beneficios positivos al implementar esta tecnología en la comunidad debido a que la ciudad enfrenta continuamente la necesidad de construir estructuras más resistentes y duraderas, especialmente frente a condiciones climáticas adversas y eventos naturales como los sismos; llegando a ser edificaciones y obras de infraestructuras más resilientes contribuyendo a la seguridad y bienestar de los moradores. Por este motivo, se ha propuesto como innovación el empleo de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la elaboración de la composición del concreto, ya que, busca promover el uso de recursos sostenibles y eco amigables en el rubro de la construcción. Desde un enfoque práctico, puede tener aplicaciones directas en proyectos de gran envergadura de construcción en Trujillo y en todo el Perú. Este estudio crea alternativas de solución en el concreto presentando resultados con el propósito de prolongar la duración y periodo útil de las estructuras, reduciendo así los costos de mantenimiento y restauración a lo largo del tiempo. En el marco de la justificación técnica, esta investigación es relevante con el fin de explorar más a fondo el conocimiento en el campo de construcciones sostenibles. Los resultados obtenidos podrían proporcionar datos valiosos sobre los cambios inducidos por la bacteria *Bacillus Subtilis* sobre la resistencia del concreto, tanto en flexión como compresión, brindando herramientas para diseñar y construir estructuras más seguras y duraderas, además esta investigación puede abrir puertas con miras al desarrollo de materiales y tecnologías innovadoras basadas en el uso de microorganismos mejorados. A nivel metodológico, este será un referente científico crucial para estudios posteriores sobre la ingeniería de concreto que mediante la presencia de bacterias desarrolla estrategias de investigación para contrarrestar diferentes tipos de daños estructurales en cada región de nuestra nación. El proyecto contiene información necesaria para la aplicación de métodos experimentales y análisis estadísticos y así obtener resultados precisos y confiables. La selección adecuada de especímenes, la realización de pruebas en el laboratorio y la interpretación adecuada de los resultados, son aspectos esenciales para garantizar la validez de

los resultados. Por consiguiente, se estableció el siguiente objetivo general: Realizar el análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ incorporando la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023. Además, se establecen los siguientes objetivos específicos: Determinar la resistencia a la compresión incorporando 3%, 6% y 9% de bacteria Bacillus Subtilis. Determinar la resistencia a la flexión incorporando 3%, 6% y 9% de la bacteria Bacillus Subtilis. Finalmente. Determinar la relación entre la incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis y el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ por el método estadístico ANOVA. A partir del planteamiento del dilema, se definió la hipótesis general: Con la incorporación de bacteria Bacillus Subtilis mejora el comportamiento mecánico del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$; del mismo modo se definen las hipótesis específicas: La incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis aumenta la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$. La incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis aumenta la resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$. El método estadístico ANOVA permite validar la relación entre la incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis y el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro del marco de la investigación, se ha considerado estudios anteriores, teniendo como precedentes a nivel internacional a Amjad, et al. (2023) en su estudio “Biomimetic robust self-healing of Bacillus Subtilis immobilized through sisal fiber for next-generation concrete infrastructure” investigó su resistencia del concreto biorreparable empleando Bacillus Subtilis que fueron inmovilizadas con fibras de sisal. El bioconcreto mostró mejoras en cuanto a las propiedades mecánicas, con un incremento de resistencias de hasta 13.96% a compresión y 36.82% a tracción. Las fibras de sisal sirvieron para albergar a las esporas del bacilo, permitiendo la precipitación de calcita, sellando las grietas del concreto. Se curaron las fisuras en dos ciclos y una completa de 0.28 mm en el segundo ciclo. La resistencia a la compresión llegó hasta un 82.65% en los dos ciclos. Los análisis confirmaron que el precipitado de curación consistía en cristales de calcita. En conclusión, al inmovilizar Bacillus Subtilis con fibras de sisal aumenta la capacidad de curar las grietas lo que es viable para fortalecer las características mecánicas del concreto y

lograr una autocuración efectiva. Asimismo, el enfoque central de la pesquisa de Schwantes et al. (2018) titulada “Crack filling in concrete by addition of Bacillus Subtilis spores – Preliminary study” radica en estudiar dos composiciones de concreto, mejorados con esporas de Bacillus Subtilis que desempeñan en términos de su capacidad para rellenar fisuras durante el proceso de curado, al mismo tiempo que se evalúa el impacto en su resistencia a la compresión. Para lograr este propósito, se investigaron seis mezclas distintas de concreto, en proporciones: 1:2:2 y 1:2:3 (cemento, arena, piedra) para el peso y la relación agua/cemento de 0.33 y 0.45. Las combinaciones fueron sometidas a diferentes concentraciones de esporas de B. Subtilis/ml, incluyendo 0, 0.3×10^8 y 1.2×10^8 . Los resultados indicaron que todas las muestras que recibieron un aumento en la cantidad de esporas, mostraron la aparición de cristales, los cuales se presume que son carbonato de calcio, dentro de las fisuras. No obstante, es necesario realizar más estudios microestructurales para verificar que efectivamente las fisuras fueron reparadas. En cuanto a su resistencia a la compresión, tuvo impactos positivos al no haber diferencias significativas en comparación con el concreto de referencia, con un nivel de confianza del 5%. Por otro lado, la investigación de Yamasmit et al. (2023), “Effect of Bacillus Subtilis on mechanical and self-healing properties in mortar with different crack widths and curing conditions”, tuvo como objetivo investigar la efectividad de Bacillus Subtilis en la autocuración de grietas y mejorar la resistencia del concreto a través del carbonato de calcio inducido por precipitación de microbios (MICP). El estudio evaluó la capacidad del mortero para cubrir grietas en 28 días, teniendo en cuenta el ancho de la grieta, y se observó la recuperación de la resistencia después de la autocuración. El uso de endosporas microencapsuladas de Bacillus Subtilis también fue examinado por su impacto en la resistencia del concreto. Se compararon las resistencias a fuerzas de tracción, flexión y compresión del mortero normal con las del mortero biológico y se encontró que el mortero biológico tenía una mayor capacidad de resistencia. El análisis de la microestructura utilizando SEM y EDS mostró que el crecimiento bacteriano aumentó la producción del calcio, contribuyendo al mejoramiento de las características mecánicas entre 7 a 8.9% en cuanto a la compresión, un incremento de 7.4 a 13.33% a la tracción, incremento de 4.7 a 7% a flexión y una baja de 75% en absorción de agua. El estudio de Akindahunsi, et al. (2023), “The use of bacteria

(*Bacillus subtilis*) in improving the mechanical properties of concrete” examina la aplicación potencial de células estandarizadas de una bacteria ureolítica conocida para optimizar su resistencia en la compresión del concreto y comparar los resultados con bacteria y sin bacteria. La formación de calcita por *Bacillus Subtilis*, las bacterias gram-positivas, que se utilizaron para producir precipitado de calcita en entornos apropiados junto con una fuente de calcio, modelaron cubos de concreto con tres concentraciones celulares diferentes (10^5 , 10^7 , 10^9 células/ml) de bacterias y también se modelaron especímenes de control (designados como “0” y sin bacterias). Se observó que arrojó un incremento máximo en cuanto a su resistencia a compresión del 27%, 26%, 14% y 13% para la concentración celular de 10^5 células/ml a los 7 días, 14 días, 28 días y 56 días de curado, respectivamente. El resultado obtenido reveló que la calcita bacteriana mejora la resistencia del concreto. Sarkar, et al. (2023), en su estudio “Bio-concrete: Unveiling selhealing properties beyond crack-sealing” investigaron que la curación en forma de recuperación de su eficiencia estructural se evalúa por las propiedades de su resistencia mecánica (tanto en compresión y de flexión) y durabilidad. El carbonato de calcio biomineralizado sella el 37% de los poros con un tamaño de 20 a 50 mm y el 87% de los poros con un tamaño de 50 a 200 mm, lo que da como resultado una reducción total de los vacíos del 43 al 48% dentro de los 28 días del período de cicatrización. Los microbios solo degradan los nutrientes para precipitar agentes curativos (carbonato de calcio) sin afectar la estructura en el concreto. El análisis estadístico revela que la deposición de calcita influye principalmente en la resistencia del concreto autorreparable, mientras que los resultados experimentales muestran que la deposición de carbonato de calcio de 5.8 a 6.3% en peso, aumenta el 40 a 60% su resistencia a fuerzas de compresión del bioconcreto a comparación del concreto de referencia. El sellado completo al 60% de grietas de 0.02 a 2 mm de ancho se examina mediante inspección visual de las capas de hormigón. Los microbios reducen la porosidad, el sellado de grietas intensifica la resistencia mecánica y la durabilidad del concreto, validando la autocuración en lugar de solo sellar las grietas. Islam y Ahmad (2023), en su “ Strength retrieval and microstructural characterization of *Bacillus subtilis* and *Bacillus megaterium* incorporated plain and reinforced concrete” en su estudio tuvo como objetivo desarrollar un hormigón autocurativo utilizando *Bacillus subtilis* y *Bacillus*

megaterium como agentes autocurativos y posteriormente extender su aplicación a elementos estructurales, se incorporaron directamente al hormigón al 0,5%, 1,0% y 1,5% en peso de cemento. Se realizaron pruebas de compresión, pruebas de resistencia a la flexión y pruebas de tracción dividida para analizar las propiedades de resistencia del hormigón autorreparable. La eficiencia de autorreparación del hormigón simple se determinó en términos de recuperación de la resistencia a la compresión mediante pruebas de muestras cúbicas de hormigón prefisuradas estándar, mientras que para las vigas de hormigón armado, la eficiencia de autorreparación se determinó mediante pruebas de carga repetidas en cuatro puntos (4PLT) y ensayos no destructivos (NDT). Además de la recuperación de la resistencia a la compresión de las muestras de concreto simple, se observó una recuperación significativa en la resistencia a la flexión y la profundidad de la grieta tanto en la viga de concreto reforzado incorporado con *Bacillus subtilis* (BSRC) como en las vigas de concreto reforzado con *Bacillus subtilis* (BMRC) después de 56 días de exposición. Se estudió el efecto de *Bacillus subtilis* y *Bacillus megaterium* sobre la capacidad de absorción de agua del hormigón y se observó una reducción significativa en la capacidad de absorción de agua. También se realizaron análisis microestructurales en forma de difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido de emisiones de campo en muestras de hormigón. El análisis microestructural confirma la precipitación de calcita por bacterias en las grietas, lo que se atribuye a la recuperación de resistencia de las probetas de hormigón fisuradas. Lagazo et al. (2019), en su estudio "Exploratory research using bacteria (*Bacillus Subtilis*)", tuvo como objetivo examinar y evaluar el impacto de la bacteria *Bacillus Subtilis* en las características mecánicas del concreto y la eficacia de la auto reparación de fisuras y grietas; utilizando 60 especímenes de concreto con y sin adición bacteriana. Se aplicó y experimentó el planteamiento en contraste con el concreto común, los rendimientos de la resistencia a la compresión mostraron aumentos del 32.64%, 30.69% y 35.15% en los primeros 7, 14 y 28 días de curado; en cuanto a la resistencia a flexión, se encontraron aumentos del 19.73%, 12.62% y 18.01% a los 7, 14 y 28 días del curado. Como resultado, se determinó que las muestras que contenían 10^5 células/ml dieron mejores resultados.

Eshetu, et al. (2022) en su artículo "Healing concrete crack by using bacteria", presentaron el uso de bacterias para la optimización de las propiedades mecánicas del concreto y reparar grietas presentes en estructuras de concreto. Utilizándose dos tipos de bacterias, *Bacillus Subtilis* y *Sporosarcina Pasteurii*, en tres mezclas diferentes. Las muestras de concreto se sometieron a pruebas para evaluar la capacidad que tienen las bacterias para reparar las grietas, midiendo la compresión y flexión en diferentes fases de curado. Se encontró que el concreto bacteriano tenía mayor resistencia a comparación del concreto convencional. Ambas especies de bacterias mostraron un impacto positivo en la reparación de grietas. Se concluyó que el *Bacillus Subtilis* cultivado con caldo nutritivo tuvo la mejor capacidad de cicatrización de las grietas del concreto. Por último, Pachaivannan, et al. (2020) en su artículo "Experimental análisis of self-healing properties of bacterial concrete", se centraron en mejorar la resistencia estructural y capacidad de perdurar el concreto mediante la incorporación de bacterias, específicamente *Bacillus Subtilis*. Estas bacterias realizan el proceso de biocalcificación en el marco de su función metabólica, donde secretan calcio que se precipita externamente, formando CaCO_3 y llenando los espacios vacíos en la matriz del concreto al rellenar los poros en la mezcla. Al realizar las pruebas comparativas de las resistencias en cubos y vigas de concreto con y sin el agregado de bacterias. Los resultados demostraron que el concreto bacteriano presentó una mejora a la fuerza de compresión de 16.09% a los 7 días, a los 14 días de 17.5% y a los 28 días de 19.51% en comparación con el concreto común. Asimismo, la resistencia a la tracción fue un 14% (7 días), 16.5% (14 días) y 17.8% (28 días) mayor, y la resistencia a la flexión mostró incrementos del 9.95% (7 días), 12.3% (14 días) y 14.24% (28 días). Estos hallazgos experimentales respaldan la hipótesis donde la precipitación bacteriana mejora en general la resistencia y duración del concreto. En el ámbito nacional tenemos que la investigación de Castañeda (2023) en su tesis "Influencia de la aplicación de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la resistencia mecánica del concreto celular", tuvo como objetivo principal investigar y comprender la influencia de la bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto celular. Por lo que se produjeron diseños de mezcla para 4 proporciones bacterianas, 0%, 5%, 10% y 15%; además, de realizaron ensayos para determinar el grado de absorción y ensayos de rotura de concreto como la compresión, flexión en vigas y tracción simple a edades de 7, 14

y 28 días, tanto al concreto celular antes del agregado de la bacteria, como después de haberla adherido a la mezcla, teniendo así un total de 124 muestras que serán ensayadas para poder comprobar la influencia de la Bacteria en las propiedades Mecánicas del concreto. Se lograron resultados favorables como el incremento en un 11.11% en la resistencia a la compresión y en la resistencia a la tracción simple un aumento del 25%, además la dosificación más óptima trabajada fue la del 10% con la que se obtuvo mejores resultados y se verificó que el impacto ambiental que genera la producción de ese proyecto es considerado muy leve. Núñez (2021) en su tesis “Evaluación de las propiedades del bioconcreto autorreparable con la bacteria *Bacillus Subtilis*, Lima – 2021”, tuvo como finalidad examinar las características del bioconcreto autorreparable al incluir la bacteria *Bacillus Subtilis*. Se siguió una metodología que comenzó a través de la delimitación de la población y muestra. En el análisis, se utilizaron 33 probetas y 27 vigas que se sometieron a los ensayos correspondientes. Los resultados demostraron que la presencia de la bacteria *Bacillus Subtilis* mejoró satisfactoriamente las propiedades mecánicas del concreto ya que fue mayor a comparación con las muestras patrón. Estos resultados relevantes sirven para investigaciones futuras que deseen explorar otras combinaciones de dosificaciones en el desarrollo del bioconcreto autorreparable. Aguilar y Saldaña (2021), “Bio-concreto con la Bacteria *Bacillus Subtilis* para el Diseño Estructural de Vivienda, Comas, 2021”, tuvo como finalidad determinar cómo la incorporación del concreto bacteriano con *Bacillus Subtilis* afecta la estructuración del diseño de viviendas en Comas durante el año 2021. Al diseño de la mezcla del concreto, se incorporó el agente bacteriano en concentraciones de 4%, 8% y 12% y se evaluaron las resistencias a la tracción, flexión y compresión en vigas a edades de 7, 14 y 28 días. Con los datos recopilados, se ejecutó un análisis sismo resistente y el diseño estructural haciendo uso del programa ETABS versión 2017. Los resultados demostraron que el uso del bioconcreto en viviendas es factible, ya que a medida que el tiempo avanza, la posible aparición de fisuras o grietas en la estructura puede repararse en forma natural gracias a la presencia de la bacteria *Bacillus Subtilis*. Esta característica brinda una protección adicional a las estructuras de las viviendas a lo largo del tiempo. Ascate y Miranda (2019) en su investigación “Diseño de bioconcreto con *Bacillus Subtilis* para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019”, afirma que el propósito

central de estudio, consistió en desarrollar un bioconcreto con la inclusión de *Bacillus Subtilis* para potenciar el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. El proyecto se enmarca en la categoría de investigación aplicada, con diseño experimental y se empleó una muestra total de 60 especímenes. Dentro de este conjunto, 36 probetas cilíndricas fueron utilizadas, distribuidas en 9 ejemplares de patrón y 9 muestras que incorporan bacteria *Bacillus Subtilis* al 4%, 8% y 12%. Del mismo modo, emplearon 24 probetas prismáticas de 0.50 m x 0.15 m x 0.15 m, compuestas por 6 ejemplares de concreto patrón y 6 muestras con bacteria *Bacillus Subtilis* a 4%, 8% y 12%. A lo largo del desarrollo de la investigación, hicieron uso de fichas técnicas para la recopilación de información, junto con fichas de observación. Tras un análisis exhaustivo, se llegó a la conclusión que al añadir un 12% de bacteria, aumentó un 14% la resistencia a la compresión. De igual manera, se mostró un incremento del 13% de resistencia a flexión. Por último, Quevedo y Sánchez (2021), en su investigación “Efecto de la bacteria (*Bacillus Subtilis*) en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ”, el objetivo fundamental de la investigación radica en analizar el impacto de *Bacillus Subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Para efectuar este análisis, se aplicó un diseño experimental, teniendo como resultado: Los agregados presentaron granulometría apta, con módulo de fineza de 2.84. La mezcla de diseño incluyó cantidades, como, cemento =1kg, agregado fino =2.1kg, agregado grueso =2.18kg y agua =0.59L. En cuanto a la resistencia a compresión, se obtuvieron los siguientes valores: 215.63kg/cm^2 para la muestra patrón, 229.88kg/cm^2 con un 0.5% de bacteria incluida, 232.17kg/cm^2 con un 0.75% de bacteria incluida, y 222.74kg/cm^2 con un 1% de bacteria incluida. Por otro lado, en términos de resistencia a flexión, los resultados fueron los siguientes: 36.49kg/cm^2 para el concreto patrón, 40.67kg/cm^2 con un 0.5% de bacteria incluida, 41.20kg/cm^2 con un 0.75% de bacteria incluida y 39.72kg/cm^2 con un 1% de bacteria incluida. Las conclusiones extraídas de esta investigación señalan que los agregados con procedencia de la cantera San Martín están acordes con los lineamientos fijados por la Norma Técnica Peruana. Además, se pudo confirmar que el diseño de mezcla utilizado fue adecuado, llegando a la resistencia de diseño. Respecto al uso de bacterias como componente, se evidenció que el mejor resultado obtenido fue con 0.75% de proporción de agua utilizada, tanto en la resistencia a compresión como

flexión. Los estudios anteriores indican que la mejora del concreto está en constante investigación adicionando concentraciones de la bacteria *Bacillus Subtilis* a la composición del concreto, ésta bacteria representa la variable independiente del proyecto, describiéndola como una bacteria del género *Bacillus* que adopta una morfología de bacilos grampositivos dispuestos en cadenas y constituyen un extenso grupo de microorganismos saprófitos, aerobios, con capacidad de formar esporas, las que pueden subsistir en diversos entornos, como suelo, agua, aire y vegetación, durante períodos prolongados y no poseen propiedades patógenas; en cuanto a sus características de crecimiento, los bacilos aprovechan recursos básicos de nitrógeno y carbono como fuente de energía favoreciendo su proliferación. (Pachaivannan, et al., 2020), En presencia del agua, las bacterias, pueden sellar las fracturas del concreto, produciendo carbonato de calcio (CaCO_3), un proceso de creación directa comparable al llamado proceso de carbonización, También funciona como agente de reparación autónoma en donde los nutrientes deben mezclarse en el concreto recién preparado, los que permanecen latentes en el concreto endurecido hasta que aparecen las grietas. Los estudios han demostrado que las esporas bacterianas pueden sobrevivir durante más de 200 años en ambientes secos; por lo tanto, pueden cumplir con los requisitos de obtener estructuras de concretos más duraderas (Muñoz, Sánchez y Peralta, 2023). Por otro lado, las propiedades mecánicas vienen a ser las características de resistencia de un material haciendo referencia a sus atributos que inciden en su resistencia ante fuerzas aplicadas y su capacidad de respuesta frente a ellas. (Infinita Industrial Consulting, 2023). En esencia, estas características definen cómo el material se comporta en las diferentes aplicaciones de ingeniería demostrando una resistencia mecánica adecuada para funcionar eficazmente bajo diversas cargas o fuerzas. De igual forma, las propiedades mecánicas se definen como las cualidades intrínsecas que facilitan la diferenciación entre distintos materiales, especialmente en términos de su respuesta ante fuerzas y tensiones. En el campo de la ingeniería, también es esencial considerar cómo un material puede reaccionar durante las diversas etapas de mecanizado que pueda experimentar. (Lumitos, 2023). El lactato de calcio se presenta en forma de una sal cristalina de tonalidad blanca, su versatilidad se refleja en diversos ámbitos, incluyendo la esfera médica, tanto para seres humanos como para animales. Esta calidad se alinea con enfoques ecológicos al ser una alternativa

no tóxica y biodegradable. Su importancia también se refleja en la industria de la construcción. Su incorporación en el bioconcreto impacta positivamente en las características del material. Concretamente, su adición a la mezcla de concreto se asocia con un incremento significativo en la resistencia a la compresión. Además, este compuesto contribuye a minimizar la permeabilidad del concreto al agua, lo que potencialmente prolonga la vida útil y durabilidad de las estructuras construidas con este material. (Laboratoriumdiscounter, 2023)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Por su propósito el tipo de investigación aplicada, práctica o empírica, se destaca por su enfoque en la aplicación y aprovechamiento de los conocimientos adquiridos y está vinculada con la investigación básica, ya que se apoya en los resultados y los avances de ésta, requiriendo contar con un marco teórico sólido y fundamental. Sin embargo, en el caso de la investigación empírica, el investigador se centra principalmente en las consecuencias prácticas y tangibles que se derivan de ella, buscando así un impacto real y directo en el ámbito de estudio. (Romero et al. 2021)

En este panorama, el proyecto considera el tipo de investigación aplicada, con la finalidad de mejora en las propiedades mecánicas del concreto incorporándole bacterias a la mezcla.

De acuerdo al control y modificación de concreto con el uso de la bacteria corresponde a una investigación Experimental (Romero et al., 2021).

3.1.2 Diseño de Investigación

El diseño experimental se caracteriza por su capacidad de comprobar de manera cuantitativa la relación causal entre dos variables; lo que implica el manejo de la variable independiente, con el objetivo de

analizar sus efectos sobre la variable dependiente. Para llevar a cabo este proceso, se requiere la implementación de un plan de acción estructurado, que puede tomar la forma de un programa de intervención o de un enfoque gradual con parámetros definidos. Dentro del diseño experimental, la variable independiente expresa la intervención, la condición, las circunstancias o el elemento que el investigador altera o regula con el propósito de evaluar el impacto en la variable dependiente. Este enfoque se caracteriza por la manipulación intencionada de la variable independiente y el análisis de su impacto sobre una variable dependiente. (Ramos, 2016)

La investigación del proyecto, viene a ser experimental, en el sentido que las bacterias se manipulan para producir mejores resultados en cuanto a las propiedades mecánicas del concreto

3.1.3 Nivel de Investigación

En esta investigación se busca alcanzar el propósito de comprender y determinar los fenómenos en cuestión. Dentro del enfoque cuantitativo, se emplearon estudios predictivos que buscan establecer una relación causal entre diferentes variables. Por ejemplo, se recurre a modelos explicativos basados en ecuaciones estructurales que proponen teorías para brindar una comprensión de un fenómeno en específico. Por otra parte, las investigaciones de tipo experimental posibilitan realizar una modificación de hipótesis que explicarán la conducta de un suceso específico. Es esencial plantear hipótesis que se centre en identificar los factores que causan y los efectos que se derivan de los eventos y el objeto de estudio para el investigador. (Ramos, 2020)

El trabajo de investigación es explicativo porque trata de establecer relaciones de causalidad entre las bacterias y las propiedades mecánicas del concreto.

3.1.4 Enfoque de Investigación

Los enfoques cuantitativos se centran en la obtención de datos objetivos, además, incluye el procesamiento y análisis de datos numéricos, estadísticos o matemáticos recolectados por medio de entrevistas, cuestionarios y encuestas, así como también implica la manipulación de datos estadísticos mediante el uso de herramientas informáticas. La investigación cuantitativa busca recolectar y generalizar datos numéricos entre diferentes grupos o explicar un fenómeno específico. Su función es proporcionar una comprensión precisa y cuantitativa de los fenómenos estudiados. (Arteaga, 2020) La investigación es de enfoque cuantitativo porque recopiló datos y analizó los resultados con precisión, para comprobación de la hipótesis.

3.2. Variables y operacionalización

Definición conceptual

a) Variable independiente: Bacteria Bacillus Subtilis

Las especies de Bacillus son bacterias que se encuentran ampliamente esparcidas a nivel mundial debido a su capacidad para generar endosporas, lo que les proporciona resistencia y mejora su aislamiento en diversos hábitats, incluidos ecosistemas acuáticos y terrestres, así como lugares con circunstancias adversas, las especies de Bacillus están cultivadas por todo el mundo. (Villarreal, et al., 2018)

b) Variable dependiente: Propiedades mecánicas

Las características de resistencia de un material hacen referencia a sus atributos que inciden en su resistencia ante fuerzas aplicadas y en la capacidad de respuesta que hace frente a ellas. En esencia, estas características definen cómo el material puede resistir y adaptarse a fuerzas y tensiones específicas. Esta

particularidad es de vital importancia, puesto que los materiales utilizados en aplicaciones de ingeniería deben demostrar una resistencia mecánica adecuada para que pueda funcionar eficazmente bajo diversas cargas o fuerzas. (Infinitia Industrial Consulting, 2023)

Definición operacional

a) Variable independiente: Bacteria Bacillus Subtilis

Esta técnica se desarrolló utilizando el comportamiento de solución bacteriana Bacillus Subtilis, en 3%, 6% y 9%.

b) Variable dependiente: Propiedades mecánicas

Se mide las propiedades del concreto, con 4 distintos diseños de mezcla con incorporación de solución bacteriana Bacillus Subtilis en dosificaciones de 0% (muestra patrón sin bacteria), 3%, 6% y 9%, en 72 probetas, se utiliza como instrumento a los ensayos para medir la resistencia de compresión según las normas ASTM C39 y ensayos a flexión con la norma ASTM C78 donde se obtendrán resultados en edad de curado, esfuerzo de rotura y promedio de resistencia.

Indicadores

a) Variable independiente: Bacteria Bacillus Subtilis

Son los distintos porcentajes de solución bacteriana al 3%, 6% y 9%.

b) Variable dependiente: Propiedades mecánicas

Son los resultados de los ensayos de esfuerzos a compresión y a flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días de edad.

Escala de medición

Para las dos variables, tanto dependiente como independiente, se utilizó la escala de razón, ya que esta permitió hacer la comparación de cuantas veces es mayor un elemento que otro en relación a una variable que se quiere medir.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población

La población objeto de análisis se refiere a un conjunto de elementos específicos, delimitados y accesibles, que serán la base para la selección de la muestra y que cumple una serie de criterios previamente establecidos. (Condori, 2020)

La población para este proyecto de investigación serán los 72 especímenes de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, 36 probetas cilíndricas de 0.15m de diámetro x 0.30m de alto, de las cuales 9 son de concreto patrón (0% de bacteria) y 27 incorporando bacteria *Bacillus Subtilis* al 3%, 6% y 9%, 36 vigas prismáticas de concreto con dimensiones de 0.51m x 0.15m x 0.15m, de las cuales 9 son de concreto patrón (0% de bacteria) y 27 incorporando bacteria *Bacillus Subtilis* al 3%, 6% y 9%.

3.3.2 Muestra

La muestra comprende un grupo de elementos lo suficientemente amplio como para garantizar la representación de los elementos característicos de la población objeto de estudio. Tener una población claramente definida facilitará la elaboración de un listado que incluya todos sus elementos. Para lograr este propósito, se pueden utilizar fórmulas estadísticas, especialmente en el caso de un muestreo probabilístico, por otro lado, si los grupos están previamente definidos, se elegirá un enfoque no probabilístico. (Polanía et al., 2020)

En este estudio se tomaron 72 muestras, 36 muestras cilíndricas fueron sometidos a ensayos de compresión, teniendo en cuenta la norma ASTM C39, para los ensayos de flexión se consideró 36 muestras prismáticas de acuerdo a la norma ASTM C78, estas muestras estuvieron conformadas por 1 diseño de mezcla de concreto patrón, y 3 mezclas de éste con dosificación del líquido elaborado a partir de cepas de Bacillus Subtilis al 3%, 6% y 9%, para edades de curado 7, 14 y 28 días.

Tabla 1. Probetas cilíndricas sometidas a compresión

Ensayo de resistencia a la compresión				
Muestras / días	7 días	14 días	28 días	Parcial
Concreto con 0% de Bacillus Subtilis	03	03	03	09
Concreto con 3% de Bacillus Subtilis	03	03	03	09
Concreto con 6% de Bacillus Subtilis	03	03	03	09
Concreto con 9% de Bacillus Subtilis	03	03	03	09
TOTAL				36

Nota. Fuente: Elaboración propia. Se presenta las muestras para los ensayos de resistencia a la compresión con un total de 36 probetas cilíndricas de concreto con adición de diferentes porcentajes de bacteria Bacillus Subtilis en tres períodos de tiempo, así como el parcial de las muestras realizadas.

Tabla 2. Vigas prismáticas sometidas a flexión

Ensayo a flexión				
Vigas prismáticas	7 días	14 días	28 días	Parcial
Concrete with 0% Bacillus Subtilis bacteria	03	03	03	09
Concrete with 3% Bacillus Subtilis bacteria	03	03	03	09
Concrete with 6% Bacillus Subtilis bacteria	03	03	03	09
Concrete with 9% Bacillus Subtilis bacteria	03	03	03	09
TOTAL				36

Nota. Fuente: Elaboración propia. Se presenta las muestras para los ensayos de resistencia a flexión con un total de 36 vigas prismáticas de concreto con incorporación de diferentes porcentajes de bacteria *Bacillus Subtilis* en tres períodos de tiempo, así como el parcial de las muestras realizadas.

3.3.3 Muestreo

En este contexto, se llevó a cabo un muestreo no probabilístico porque los investigadores son quienes toman las decisiones de selección con base en las ideas presentadas en el diseño de proyecto, como el experimentado o el tamaño de la muestra.

3.3.4 Unidad de análisis

Para el diseño del proyecto, los objetos en estudio fueron las probetas cilíndricas y vigas prismáticas, según parámetros y criterios a ser analizados.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas e instrumentos

Las técnicas se refieren a un enfoque sistemático empleado para adquirir y examinar datos con el objetivo de dar respuesta a una pregunta particular o resolver un problema específico. Algunas técnicas de exploración son las encuestas, entrevistas, observación, experimentos, entre otros. En relación a los instrumentos, consiste en una herramienta particular aplicada para recopilar y analizar información durante el proceso de indagación. Los instrumentos de exploración pueden contener cuestionarios, fichas de cotejo, escalas de medición, entrevistas estructuradas, pruebas estandarizadas, entre otros. (Medina, et al., 2023)

El término “técnicas” hace referencia a los procedimientos específicos y particulares utilizados para recopilar información en relación con el método de investigación seleccionado. La elección entre diversas

técnicas dependerá del contexto de la investigación. Esta recolección de datos abarca procesos y acciones diseñadas para proporcionar al investigador la información necesaria para abordar su interrogante de investigación; siendo fundamental que todo instrumento empleado cumpla con parámetros como confiabilidad, objetividad y validez. Si uno de estos elementos se infringe, el instrumento no será de utilidad y los resultados obtenidos serán ilegítimos. (Hernández y Ávila, 2020) Otra técnica a considerar es la observación, que es una estrategia de investigación que el investigador emplea para recopilar información precisa sobre el fenómeno de estudio. Esta técnica permite al investigador obtener una comprensión detallada del mismo. Dentro del marco de los enfoques cuantitativos, se aplica la observación estructurada, que implica el uso de herramientas como listas de verificación, categorías y escalas, con el fin de realizar una observación sistemática y bien estructurada. (Hinojosa, 2022).

En la investigación se emplearon métodos de observación en tiempo real para la recopilación de información y los hallazgos obtenidos del diseño de investigación mediante pruebas de laboratorio llevadas a cabo en elementos seleccionados con incorporación de bacteria (0%, 3%, 6% y 9%), con la finalidad de realizar el análisis del comportamiento de las mismas en las propiedades mecánicas del concreto. Para la ejecución de las pruebas, se utilizaron instrumentos adecuados a cada tipo de ensayo de laboratorio, siguiendo los protocolos establecidos por la normativa NTP 400.012 para granulometría, ACI 211.1, la elaboración de diseño de mezcla, la NTP 400.017 el peso unitario, ASTM C39 y NTP 339.034 ensayos de compresión y ASTM C78 y NTP 339.078 ensayos de flexión con carga a los dos puntos.

Tabla 3. Técnicas e instrumentos

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Proporción de solución de bacterias	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Resistencia a la compresión	Observación directa	Ficha de resultados de laboratorio
Ensayo de flexión	Observación directa	Ficha de resultados de laboratorio

Nota. Fuente: Elaboración propia. Se presenta las técnicas e instrumentos utilizados en el estudio, tales como la observación directa para determinar la proporción de solución de bacteria, la resistencia a la compresión y el ensayo a flexión. Los instrumentos asociados son las fichas de recolección de datos y las fichas de resultados del laboratorio utilizadas para registrar y analizar los datos obtenidos durante las pruebas.

Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

a) Validez

La validez se relaciona con la habilidad de una herramienta de medición para medir de manera precisa las características que busca evaluar. Esto implica que la herramienta debe estar diseñada de manera adecuada y ser capaz de detectar de manera confiable las características específicas que se pretenden evaluar.

b) Confiabilidad

Se relaciona con la capacidad de un instrumento para generar resultados consistentes y repetibles al utilizarlo de manera recurrente en el mismo objeto o tema. En otras palabras, la confiabilidad asegura que las medidas obtenidas a través del instrumento sean confiables y no estén sujetas a variaciones significativas debido a factores aleatorios o errores sistemáticos.

3.5. Procedimientos

Paso 1: Adquisición de la bacteria *Bacillus Subtilis* y lactato de calcio de las empresas BIOALTERNATIVA E&F S.A.C. y BETH LAB SAC.

Paso 2: Adquisición de los materiales. Durante esta etapa de la investigación, se llevó a cabo la obtención de los insumos necesarios para confeccionar tanto las muestras de concreto estándar como las muestras con incorporación bacteriana. El cemento se compró en una ferretería y los agregados en la cantera Lekersa, donde se efectuó un minucioso chequeo para asegurarse de que no existieran componentes orgánicos capaces de alterar las propiedades del concreto.

Paso 3: Evaluación de las características de los materiales. Se optó por emplear cemento Portland tipo MS para este proyecto, y para garantizar la calidad de los agregados, se sometieron a análisis de granulometría, peso unitario, contenido de humedad, peso específico y capacidad de absorción. Estos parámetros se consideran esenciales para asegurar la idoneidad de los materiales en el proceso de investigación.

Paso 4: Formulación de la Mezcla.

Se llevó a cabo la formulación de un concreto con una resistencia de diseño $f'c=280\text{kg/cm}^2$, siguiendo las directrices establecidas en el ACI 211.1, detalladas en la fase de desarrollo del procedimiento.

Paso 5: Preparación y curado de muestras.

La preparación del concreto estándar y el concreto autorreparable fue realizada siguiendo el procedimiento descrito a continuación: se incorporó el agregado grueso junto con una cantidad predeterminada de agua. Durante el proceso de mezcla, se añadió el agregado fino, el cemento y el agua restante. Se mezcló durante un intervalo de 30 segundos, después se introdujo el agregado ligero con las bacterias y el lactato de calcio, elementos que se excluyeron en el concreto patrón. Tras incorporar todos los componentes, la mezcla se mantuvo en agitación durante 3 minutos, luego se permitió reposar durante 3 minutos y finalmente se continuó mezclando durante 2 minutos adicionales. Todos estos procedimientos se realizaron en conformidad con los lineamientos establecidos en la norma ASTM C31/31M.

Paso 6: Ejecución de Pruebas.

Las pruebas de compresión y flexión se efectuaron conforme a las directrices de las normas ASTM C39, NTP 339.034 y ASTM C78, NTP 339.078 respectivamente. Siguiendo el protocolo se realizaron pruebas a los 7, 14 y 28 días. El proceso fue análogo para las pruebas de flexión.

Después de los ensayos de ruptura de las muestras en las distintas edades, y contando con el registro de resultados se utilizó el método estadístico ANOVA para evaluar la relación entre las variables de estudio.

De acuerdo con las normas ASTM C39 y NTP 339.034, la mejor opción es crear probetas de concreto para realizar ensayos, ya que la resistencia del concreto no se puede evaluar en su estado fresco.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{Ec 1}$$

Donde:

P = fuerza axial

A = área de sección transversal

La deformación unitaria se relaciona con los cambios de la carga aplicada directamente al espécimen. Se representa mediante la siguiente fórmula:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad \text{Ec 2}$$

Donde:

ε = deformación unitaria

δ = alargamiento

L = longitud inicial

En relación con la norma ASTM C78, la resistencia a la flexión se estima mediante la carga en el punto de ruptura, empleando la ecuación que se muestra a continuación:

$$MR = PL/bh^2$$

Ec 3

Donde:

MR: módulo de ruptura (psi ó Mpa)

P: carga máxima aplicada, indicada por el equipo (lbf ó N)

L: longitud entre apoyos (pulg. ó mm)

b: ancho promedio del espécimen (pulg. ó mm) en la fractura

h: peralte

Análisis granulométrico de los agregados

El método para comprobar la granulometría utilizando tamices, consiste en seleccionar una cantidad predeterminada de los agregados y hacerla pasar por una cantidad predeterminada de mallas con aberturas que van de mayor a menor. Al colocar un recipiente en la parte inferior de la malla, la parte más fina quedará retenida. Se calcula el porcentaje total que pasa por los tamices.

Tabla 4. Granulometría de agregados

Granulometría			
Agregado Grueso		Agregado Fino	
N° de tamiz	Módulo de finura	N° de tamiz	Módulo de finura
1 1/2"		3/8	
1"		4	
3/4"		8	
1/2"	Valores: Depende del tamaño máximo del agregado	16	Valores: 2.50 – 3.00
3/8"		30	
N°4		50	
N°8		100	
N°16			

Nota. Fuente: Elaboración propia, se muestra los diferentes tamaños de tamices en pulgadas y el módulo de finura, tanto para el agregado grueso como para el fino.

Asimismo, en una tabla de cálculo se registró el diámetro de la abertura en milímetros, la masa retenida en gramos, el porcentaje de retención, el porcentaje acumulado, el porcentaje de paso y los criterios de porcentaje de paso.

Utilizamos la fórmula Fuller – Thomson de acuerdo con la ASTM C33 para determinar la cantidad necesaria para cada prueba.

$$\rho = 100 \sqrt{\frac{d}{D}} \quad \text{Ec 4}$$

Donde:

ρ = porcentaje que pasa por la malla d

d = abertura de la malla de referencia

D = dimensión máxima o tamaño máximo del agregado grueso

Contenido de humedad de los agregados de acuerdo a NTP 339.185:

Es la relación del peso del agua contenida en el agregado dividido entre el peso del agregado grueso por cien.

$$w = \frac{W_{\text{agua}}}{W_{\text{agregado}}} * 100 \quad \text{Ec 5}$$

Peso unitario compactado de los agregados (NTP 400.017):

Se denomina a la compactación de las probetas aumentando la acomodación de los áridos gruesos y finos:

$$PVV = (Gv - T)/V \text{ ó } (Gv - T)(1/V) = (Gv - T)F \quad \text{Ec 6}$$

Donde:

PVV = peso volumétrico varillado en lb/pie^3 o kg/m^3

$G_v = \text{peso del agregado varillado más molde en lb o kg}$

$T = \text{peso del molde en lb o kg}$

$V = \text{volúmen del molde en pie}^3 \text{ o m}^3$

Peso específico y absorción del agregado grueso según NTP

400.021

Para establecer las propiedades físico-mecánicas de las muestras seleccionadas que compondrán el filtro y el drenaje, se trata de obtener el peso específico seco, el peso específico aparente, la superficie saturada en seco y la absorción de las muestras.

Peso específico y absorción del agregado fino según NTP

400.022:

Se establece como la proporción entre el peso de los agregados y peso de cantidad volumétrica de agua desplazada por inmersión. Esta medida permite evaluar la densidad y la compactación de los agregados, brindando información sobre su resistencia y comportamiento en diversas aplicaciones y estructuras. Al determinar el peso específico, se obtiene una medida precisa para caracterizar la calidad y los parámetros físicos de los agregados utilizados en construcción.

Relación entre resistencia y la relación agua/cemento:

Cuanto menor sea la cantidad de agua en relación al cemento, mayor será la calidad del concreto y se logrará una completa hidratación del cemento. Se considera una relación de 0.42 es óptima en la obtención de un concreto de alta calidad, mientras que los valores más altos, como 0.60, pueden tener un impacto negativo en la resistencia mecánica y vida útil prolongada del concreto. Por lo tanto, es crucial encontrar un equilibrio adecuado para asegurar que el concreto cumpla con los estándares deseados en términos de resistencia y desempeño.

3.6. Método de análisis de datos

Una vez culminado el llenado de las fichas de observación de campo y fichas de registro de observación requeridas, los datos recopilados

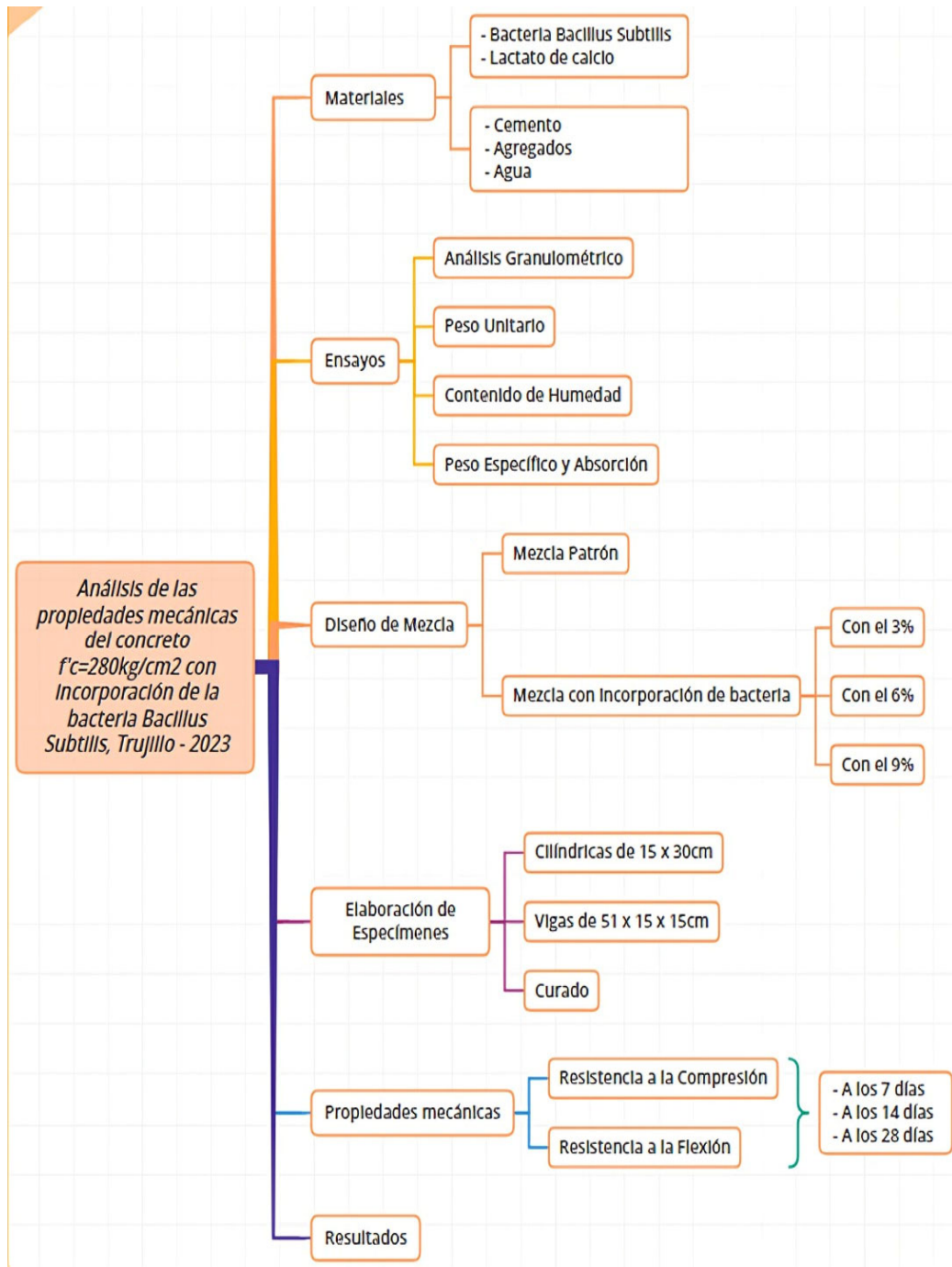
son procesados y analizados por el software Microsoft Excel, que es muy útil para construir y hacer cuadros estadísticos y comparar los resultados obtenidos en muestras de concreto convencional y muestras de concreto con incorporación de bacterias.

El análisis de varianza ANOVA según Hinojosa (2022) se trata de una herramienta estadística diseñada para evaluar si existen diferencias de importancia entre las medias y las variaciones de más de dos grupos. En este contexto, con los datos tabulados obtenidos de las roturas de probetas de concreto realizadas en el laboratorio, se aplicó el método de análisis ANOVA que nos permite conocer cómo se relacionan las variables.

3.7. Aspectos éticos

Para este estudio de investigación, se obtuvieron datos e información de diversas fuentes, todas ellas debidamente referenciadas siguiendo las pautas establecidas por las normas ISO, con el fin de reconocer adecuadamente la autoridad de cada investigación en la que se fundamenta este proyecto. Además, se adhirió a las regulaciones de derechos de autor y patentes según lo estipulado en el artículo 53 del código de conducta de la ley universitaria N°30220. Así mismo, se utilizó el software Turnitin para verificar similitudes con investigaciones publicadas anteriormente. Esta herramienta puede compilar miles de datos para ver si hay coincidencias. La creación de datos fiables esenciales para la investigación ha dependido en gran medida de la transparencia de los resultados facilitados por el laboratorio.

Figura 1. Proceso de análisis y determinación de las propiedades mecánicas del concreto



IV. RESULTADOS

Propiedades físicas del agregado fino y grueso

Tabla 5. Resumen de las propiedades de los agregados

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso
Módulo de fineza	2.88	-
Contenido de humedad (%)	0.16%	0.36%
Peso específico	2.67	2.77
Porcentaje de absorción (%)	0.77%	0.86%
P.U.S. (kg/m ³)	1.57	1.34
P.U.C. (kg/m ³)	1.72	1.53
T.M.N	-	3/4

Nota. Fuente: Elaboración propia. Se presenta el resumen de las propiedades de los agregados fino y grueso, empleados en el estudio. Los datos fueron obtenidos de los ensayos en el laboratorio.

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm² con Incorporación de 0%, 3%, 6% y 9% de bacteria

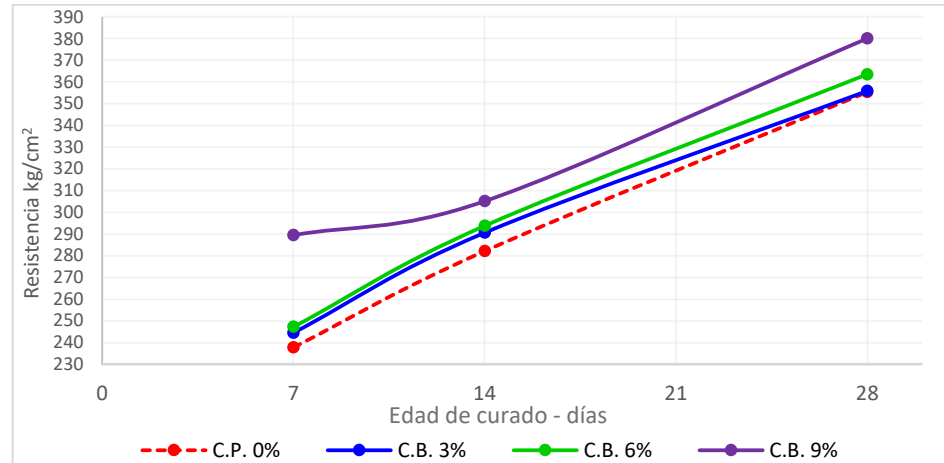
Tabla 6. Resumen de resistencias a compresión

Código	7 días	Promedio	14 días	Promedio	28 días	Promedio
C.P. 0% - 1	239.39		280.70		349.13	
C.P. 0% - 2	234.76	237.57	277.19	282.05	360.73	355.41
C.P. 0% - 3	238.55		288.25		356.38	
C.B. 3% - 1	243.52		291.83		355.59	
C.B. 3% - 2	245.23	244.29	289.54	290.52	357.15	355.90
C.B. 3% - 3	244.11		290.19		354.95	
C.B. 6% - 1	247.26		299.13		365.00	
C.B. 6% - 2	245.40	247.06	287.15	293.71	362.42	363.56
C.B. 6% - 3	248.53		294.84		363.25	
C.B. 9% - 1	296.29		316.00		375.92	
C.B. 9% - 2	281.65	289.36	298.26	305.08	378.83	380.11
C.B. 9% - 3	290.13		300.97		385.59	

Nota. Fuente: Elaboración propia. Se presenta los valores de resistencia a compresión de los especímenes ensayados a los 7, 14 y 28 días. Los códigos C.P. y C.B. significan concreto patrón y concreto con bacterias, para diferentes porcentajes de incorporación de bacteria. Los datos de las resistencias se expresan en kg/cm² y los

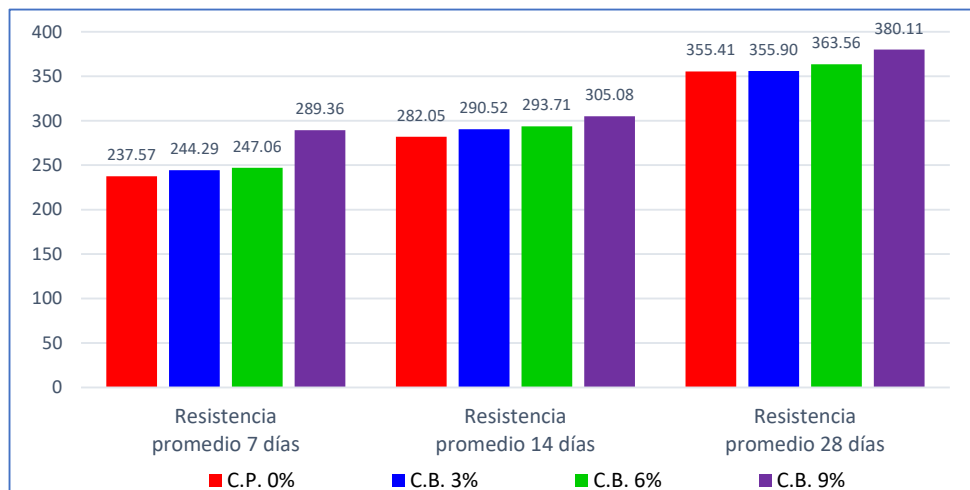
datos promedio fueron obtenidos de las tres muestras según edad y porcentaje de bacteria.

Gráfico 1. Resistencia a la compresión por edades



Nota. Se aprecia el incremento en la resistencia a la compresión del concreto, conforme se incorpore porcentaje de concentración de bacteria *Bacillus Subtilis* en el orden del 0%, 3%, 6% y 9%, de igual manera sucede conforme transcurra los días del curado del concreto (7, 14 y 28 días).

Figura 2. Resistencia a la compresión según porcentajes y edades



Nota. Se observa el promedio de la resistencia a la compresión por edades del concreto patrón 0%, concreto con incorporación del 3% de

bacteria, 6% de bacteria y 9% de bacteria. A los 7 días fue de 289.36kg/cm², a los 14 días 305.08kg/cm² y a los 28 días alcanzó una resistencia de 380.11kg/cm²; evidenciando un incremento en las 3 edades; sin embargo, con la incorporación del 9% de bacteria, el concreto alcanzó mayor resistencia a la compresión.

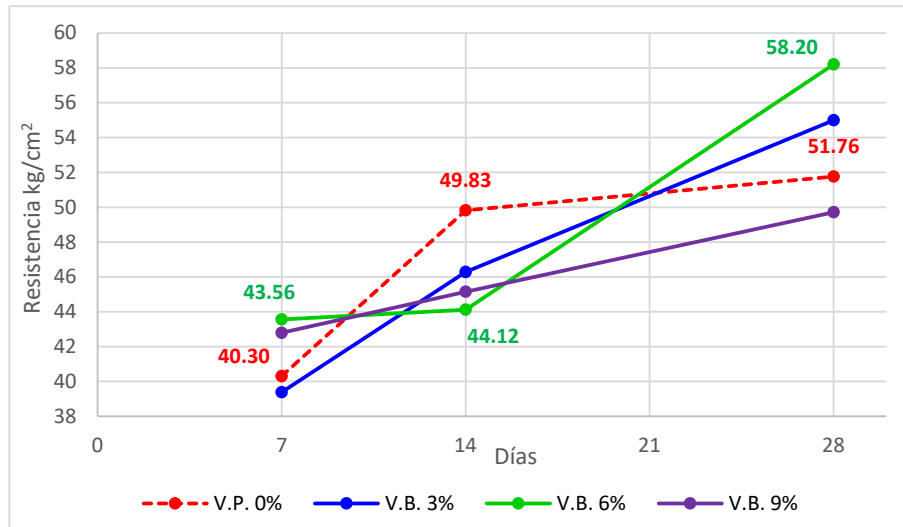
Resistencia a la flexión del concreto f'c= 280 kg/cm²

Tabla 7. Resumen de resistencias a flexión

Código	7 días	Promedio	14 días	Promedio	28 días	Promedio
V.P. 0% - 1	39.48		50.19		50.70	
V.P. 0% - 2	41.45	40.30	49.51	49.83	52.66	51.76
V.P. 0% - 3	39.98		49.78		51.91	
V.B. 3% - 1	39.53		47.35		58.71	
V.B. 3% - 2	37.65	39.38	45.18	46.28	51.72	54.99
V.B. 3% - 3	40.96		46.31		54.55	
V.B. 6% - 1	47.53		44.58		59.22	
V.B. 6% - 2	40.53	43.56	43.39	44.12	53.52	58.20
V.B. 6% - 3	42.62		44.39		61.85	
V.B. 9% - 1	43.70		45.97		51.38	
V.B. 9% - 2	41.80	42.79	44.35	45.15	50.25	49.71
V.B. 9% - 3	42.88		45.13		47.50	

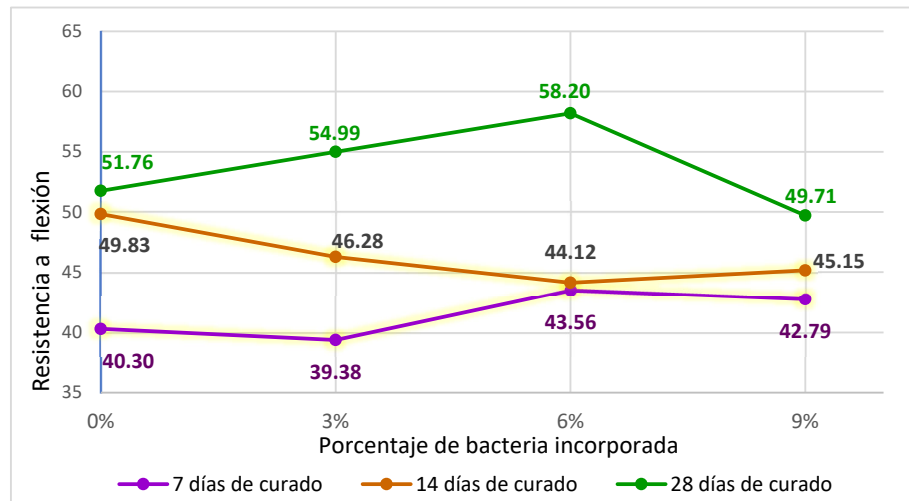
Nota. Fuente: Elaboración propia, se presenta los valores correspondientes a la resistencia a flexión ensayados a los 7, 14 y 28 días. Los códigos V.P. y V.B. significan viga patrón y viga con bacteria para diferentes porcentajes de incorporación de bacteria. los datos de la resistencia se expresan en kg/cm² y los datos promedio fueron obtenidos de las tres muestras según edad y porcentaje de bacteria.

Gráfico 2. Resistencia a flexión por edades



Nota. Se observa el aumento de la resistencia a flexión del concreto, conforme se incorporó el porcentaje de concentración de bacteria *Bacillus Subtilis* en el orden del 0%, 3%, 6% y 9%, llegando a la conclusión que el concreto en proporción al 6% obtuvo un incremento del 12.44% a los 28 días.

Gráfico 3. Resistencia a flexión vs porcentaje de bacteria



Nota. Se aprecia la comparación de la resistencia a flexión de todos los diseños (V.P. 0%, V.B. 3%, V.B. 6% y V.B. 9%) en sus tres edades. A los 7 días, con el 6% de bacterias, llegó a 43.56kg/cm², lo que indicó una mejora de la resistencia. Del mismo modo, a los 14 días, el

concreto patrón obtuvo, 49.83kg/cm². A los 28 días, con el 6%, se llegó a un valor de 58.20kg/cm², mejorando la resistencia a la flexión.

Análisis Estadístico

Tabla 8. Aplicación del ANOVA respecto a la resistencia a la compresión

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F ₀ (Observado)		F _(α,v1,v2)
A	3	5788.657	1929.552	80.73	>	3.009
B	2	73647.789	36823.894	1540.646	>	3.403
AXB	6	1209.320	201.553	8.43	>	2.508
Error	24	573.638	23.902			

Nota. Fuente: Elaboración propia. Resultados del método estadístico de Análisis de Varianza ANOVA, mostraron que los F₀ experimental fueron mucho mayor que el valor teórico F_(α,v1,v2), confirmando que el porcentaje de bacteria influye significativamente en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 9. Aplicación del ANOVA respecto a la resistencia a flexión

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F ₀ (Observado)		F _(α,v1,v2)
A	3	34.817	11.606	2.51	<	3.009
B	2	898.815	449.407	97.273	>	3.403
AXB	6	180.977	30.163	6.53	>	2.508
Error	24	110.882	4.620			

Nota. Fuente: Elaboración propia. Resultados del método estadístico de Análisis de Varianza ANOVA, mostraron que los valores F₀ experimental fue menor el valor teórico F_(α,v1,v2) de la fuente de variación A, afirmando que el porcentaje de bacteria no influye significativamente en la mejora de la resistencia a flexión del concreto. En contraste para la fuente B y la interacción AxB, que si influyen significativamente la resistencia del concreto a flexión.

V. DISCUSIÓN

Esta investigación se centró en analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria *Bacillus Subtilis*, Trujillo – 2023, con el fin de afectar potencialmente la resistencia del material. Debido a esto, fue factible hablar de los hallazgos basados en los antecedentes, con el fin de verificar la validez de todos y cada uno de los resultados.

En el estudio “Bioconcreto con la Bacteria *Bacillus Subtilis* para el Diseño Estructural de Vivienda, Comas, 2021”, fue una investigación fundamental para la proporción de bacteria a incorporar. En este proceso, se llevó a cabo la formulación de mezcla incorporando bacterias en relación a la cantidad de agua establecida en el diseño de mezcla, logrando así un desempeño adecuado de las bacterias, utilizándose de acuerdo a las especificaciones del diseño. Por otro lado, Eshetu, et al. (2022) en su artículo presentó el uso de bacterias para la optimización de las propiedades mecánicas del concreto y reparar grietas presentes en estructuras de concreto.

En el desarrollo del presente estudio, se aplicó la bacteria *Bacillus Subtilis* como parte del proceso experimental, con una concentración de 1×10^9 células/ml, obteniendo un incremento del 6,95% de la resistencia a compresión para el porcentaje del 9% de bacterias. Los resultados obtenidos caen en concordancia con lo señalado por Yamasmit et al. (2023), el análisis de la microestructura utilizando SEM y EDS mostró que el crecimiento bacteriano aumentó la producción del calcio, contribuyendo al mejoramiento de las características mecánicas entre 7 a 8.9% en cuanto a la compresión y un incremento de 4.7 a 7% a flexión y una baja de 75% en absorción de agua. Mientras que Lagazo et al. (2019), utilizaron una concentración de bacteria (1×10^5 células/ml), donde encontraron que los incrementos en la resistencia a la compresión ocurrieron en los primeros 7, 14 y 28 días de curado llegando a tener aumentos de 32.64%, 30.69% y 35.15% respectivamente. En contraste en el estudio de Akindahunsi, et al. (2023), generó un aumento máximo en cuanto a la resistencia a compresión del 27%, 26%, 14% y 13% para la concentración celular de 10^5 células/ml a los 7 días, 14 días, 28 días y 56 días de curado, respectivamente. Por ende, Islam y Asmad (2023), revelaron que la presencia de bacterias

incrementa en su resistencia a la compresión del concreto después de 56 días de exposición con una suspensión bacteriana de 10^5 células/ml llegando a la conclusión que los resultados son notablemente buenos para la mejora de las propiedades mecánicas y se definió que la dosis ideal era de 10^5 células/ml

Se observan en la tabla 6 el promedio de la resistencia a la compresión por edades del concreto patrón e incorporación de la bacteria en porcentajes del 3%, 6% y 9% siendo la resistencia más alta alcanzada para un 9% de bacteria con valores de 289.36kg/cm^2 , 305.08kg/cm^2 y 380.11kg/cm^2 en orden de edad del curado, evidenciando un notable incremento respecto al patrón con valor de 237.57kg/cm^2 , 282.05kg/cm^2 y 355.41kg/cm^2 respectivamente al incremento de edad. Es decir, con la incorporación del 9% de bacteria el concreto alcanzó mayor resistencia a la compresión. Los resultados obtenidos caen en concordancia con lo señalado por Quevedo y Sánchez (2021) en cuanto a la resistencia a compresión, se obtuvieron los siguientes valores: 215.63kg/cm^2 para el concreto patrón, 229.88kg/cm^2 con un 0.5% de bacteria incluida, 232.17kg/cm^2 con un 0.75% de bacteria incluida, y 222.74kg/cm^2 con un 1% de bacteria incluida. En conclusión, el uso de bacterias como componente se evidenció que el mejor resultado obtenido fue con 0.75% de proporción de agua utilizada respecto en la resistencia a compresión.

En la tabla 7 se pudo observar que en la resistencia a la flexión en base a las cepas bacterianas de *Bacillus Subtilis* (1×10^9 células/ml) en proporción al 6% se obtuvo un incremento del 12.44% a los 28 días. Los resultados obtenidos caen en concordancia con lo señalado Ascate y Miranda (2019), tras un análisis exhaustivo, llegaron a la conclusión que al añadir un 12% de bacterias, aumentó un 13% de resistencia a flexión. Por otro lado, para Pachaivannan, et al. (2020) sus resultados demostraron que el concreto bacteriano presentó una mejora a la resistencia a la flexión que mostró incrementos del 9.95% (7 días), 12.3% (14 días) y 14.24% (28 días).

La técnica que se utilizó en este estudio se desarrolló utilizando el comportamiento de la bacteria *Bacillus Subtilis*, mejorando sus propiedades en el concreto. Su finalidad cae en concordancia con lo señalado por Nuños, Sánchez y Peralta (2023), nos dice que incorporando las bacterias tanto en la

formulación de la mezcla como en el proceso de curado para analizar su influencia en cuanto a resistencia a la compresión, permeabilidad, porosidad y proceso de curación de los especímenes las pruebas de compresión demostraron un incremento de hasta un 11.11% a los 28 días. Así mismo para Núñez (2021) sus resultados demostraron que la presencia de la bacteria *Bacillus Subtilis* mejoró satisfactoriamente las propiedades mecánicas del concreto ya que fue mayor a comparación con las muestras patrón.

De forma similar a la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión del concreto celular también se consideró a la luz de la influencia de las bacterias, ya que no existen suficientes investigaciones previas comparables que nos permitan comparar directamente los resultados. Mientras que el aumento bacteriano produjo resultados que estaban dentro del rango aceptable de 6% a 15% de la resistencia a la compresión, el diseño que contenía bacterias *Bacillus* produjo mejores resultados que el diseño patrón. Los resultados obtenidos caen en concordancia con lo señalado por Amjad, et al. (2023) en su estudio el bioconcreto mostró mejoras en cuanto a las propiedades mecánicas, con un incremento de resistencias de hasta 13.96% a compresión en su análisis confirmando que el precipitado de curación consistía en cristales de calcita. Además, Schwantes et al. (2018) en cuanto a su resistencia a la compresión, los efectos fueron positivos, ya que no se encontraron diferencias significativas en comparación con el concreto de referencia, con un nivel de confianza del 5%.

Tras las pruebas correspondientes, podemos concluir que, en comparación con las otras dosificaciones proporcionadas y los resultados en éstas, el concreto bacteriano que contiene una cantidad aumentada de la bacteria *Bacillus Subtilis* tiene una productividad ideal con su inclusión bacteriana del 9%. Dado que la bacteria *Bacillus Subtilis* sólo se ha utilizado hasta ahora en concreto convencional, y no en concreto celular, podemos concluir que la eficacia general de la bacteria es positiva y ventajosa en caso de que sea necesaria para mejorar las propiedades mecánicas del concreto bacteriano. De tal manera como hemos demostrado con los antecedentes, al igual que con Sarkar, et al. (2023), Los microbios solo degradan los nutrientes para precipitar agentes curativos (carbonato de calcio) sin afectar la estructura en el concreto. El análisis

estadístico revela que la deposición de calcita influye principalmente en la resistencia del concreto autorreparable, mientras que los resultados experimentales muestran que la deposición de carbonato de calcio de 5.8 a 6.3% en peso, aumenta el 40 a 60% la resistencia a fuerzas de compresión del bioconcreto a comparación del concreto de referencia.

VI. CONCLUSIONES

- El estudio permitió conocer el comportamiento de la resistencia del concreto, tanto a la compresión como a la flexión, mediante la incorporación de concentraciones de la bacteria *Bacillus Subtilis* en porcentajes de 3%, 6% y 9% con relación a la cantidad de agua; considerando una muestra patrón sin incorporación de bacteria. Concluyendo que la incorporación de bacteria, aumenta en todos los casos la resistencia a la compresión, mientras que para la resistencia a flexión se nota un incremento inicial de su resistencia y luego disminuye al término del curado y con el mayor porcentaje.
- Del análisis realizado a las muestras, se logró determinar la resistencia a la compresión con incorporación de la bacteria *Bacillus Subtilis* con 3%, 6% y 9% en la dosificación del concreto, en sus diferentes edades ensayadas; es así que a los 28 días se obtuvieron los siguientes resultados, con el 3% de bacteria alcanzó una resistencia a la compresión promedio de $f'c=355.90\text{kg/cm}^2$ similar a la resistencia del concreto patrón $f'c=355.41\text{kg/cm}^2$ alcanzada, lo que indica que no tuvo gran efecto su incorporación; así mismo el concreto con el 6% de bacteria tuvo un ligero incremento llegando a $f'c=363.56\text{kg/cm}^2$, esto representa un incremento de 8.15kg/cm^2 superior a la resistencia alcanzada del concreto patrón, y por último con la incorporación del 9% de bacteria al término del curado, llegó a los $f'c=380.11\text{kg/cm}^2$, siendo éste porcentaje en el que alcanza el mayor incremento de resistencia a la compresión, con el 6.95%.
- De acuerdo con los resultados obtenidos al someter los especímenes a flexión a los dos tercios, se determinó que, de los tres porcentajes de bacteria incorporada, las muestras con el 6% fue donde se obtuvo un incremento en la resistencia no muy significativo; concluyendo que los porcentajes de incorporación de bacteria no incrementan de manera considerable la capacidad del concreto para resistir las fuerzas de flexión.
- Por último, el método estadístico de varianza ANOVA para validar la relación de la incorporación de la bacteria *Bacillus Subtilis*, concluye que el porcentaje de bacterias incorporadas al concreto influye significativamente en su mejora, en contraste en el caso de la resistencia a la flexión del concreto no influye significativamente.

VII. RECOMENDACIONES

- A los investigadores, tomando como referencia que la resistencia a la compresión del concreto se ve incrementada con mayor concentración de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la preparación de mezcla de concreto para resistencia $f'c=280\text{kg/cm}^2$, se les recomienda preparar y ensayar especímenes de concreto con mayor incorporación de porcentajes de bacteria *Bacillus Subtilis*, sugiriendo sea de 12%, 15% y 18% con la finalidad de conocer la tendencia del comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto en cuanto a la compresión y flexión, además tener en cuenta en aplicar diferentes edades de rotura de los especímenes de mezclas de concreto preparados para tener una mejor evolución de las resistencias a diferencia del concreto patrón.
- Dado que la presente investigación, ha sido aplicado a un concreto de resistencia de diseño $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ y con resultados favorables de incremento de resistencia a la compresión del concreto, se recomienda se estudie y analice el comportamiento del concreto con la incorporación de la bacteria *Bacillus Subtilis* con otras resistencias de diseño comúnmente empleadas en la construcción como $f'c=175\text{Kg/cm}^2$ y $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ y en concretos de alta densidad, con ensayos de rotura a edades de 7,14 y 28 días de curado del concreto pero adicional a ello, agregar otras edades superiores a los días con la finalidad de obtener información del comportamiento de resistencia a la compresión del concreto dentro de otro rango.
- A los investigadores, tener en cuenta que considerando que los resultados de resistencia a la compresión por flexión disminuyen a los 28 días, no es recomendable su uso con esta propiedad, sin embargo, se sugiere incrementen la cantidad de muestras para edades mayores a los 28 días para conocer el comportamiento de las propiedades del concreto.
- Para optimizar las resistencias a la compresión y flexión del concreto, se aconseja investigar para determinar el % ideal de concentración de la bacteria *Bacillus Subtilis* en el diseño de mezcla con la finalidad de tener un porcentaje optimo fijo para aplicarlo en el uso del concreto en las diferentes obras de construcción.

REFERENCIAS

AGUILAR, Miguel & SALDAÑA, Harold. Bio-concreto con la Bacteria Bacillus Subtilis para el Diseño Estructural de Vivienda, Comas, 2021. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/90813>

AHMED SO, NASSER AA, ABBAS RN, KAMAL MM, ZAHRAN MA & SOROUR NM. Production of bioconcreto with improved durability properties using Alkaliphilic Egyptian bacteria. 3 Biotech. [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2023]. DOI: 10.1007/s13205-021-02781-0

AKINDAHUNDI, Ayotunde; ADAYEMO, Stella & ADEOYE, Amos. The use of bacteria (Bacillus subtilis) in improving the mechanical properties of concrete. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation* [en línea]. 2021, Vol.6, n°16. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85108090236&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=72dae39d13b13c8e57ab7dfbf3810178&sot=b&sdt=b&sl=41&s=TITLE-ABS-KEY%28bacillus+subtilis+concrete%29&relpos=69&citeCnt=9>
ISSN: 2365-3159

AMERICAN Concrete Institute. ACI 211.1. Práctica Estándar para Seleccionar el Proporcionamiento del Concreto de Peso Normal. EE. UU: 2002. 57pp.

AMERICAN Society for Testing and Materials. (Estados Unidos). ASTM C39/C39M. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. 2014. 16pp.

AMERICAN Society for Testing and Materials (Estados Unidos). ASTM C78-18, of. 18: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading). Estados Unidos: ASTM, 2018. 5pp

AMERICAN Society for Testing and Materials (Estados Unidos). ASTM C33. Standard Specification for Concrete Aggregates

AMJAD, H; ARSALAN, R & SHAZIM, Ali. Biomimetic robust self-healing of *Bacillus Subtilis* immobilized through sisal fiber for next-generation concrete infrastructure. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2023, Vol.368, n°130299. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823000107>
ISSN: 0950-0618

ASCATE, Clarita & MIRANDA, Mary. Diseño de bioconcreto con *Bacillus Subtilis* para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46462>

CASTAÑEDA, Emily. Influencia de la aplicación de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la resistencia mecánica del concreto celular. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2023. Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6283>

CASTRO, María; MONTAÑEZ, Lilia; SÁNCHEZ, María; MACIAS, Mariel; NARAYANASAMY, Rejeswari & BALAGURUSAMY, Nagamani. Microbially Induces Calcium Carbonate Precipitation (MICP) and Its Potential in Bioconcrete: Microbiological and Molecular Concepts. *Sec. Structural Materials*. [en línea]. 2019, Vol. 6 [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmats.2019.00126>

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto) y Hormigón Armado y Hormigón Pretensado. (16 de mayo de 2002). NTP 339.185. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Primera Edición. Lima, Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado. (30 de mayo de 2002). NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Segunda Edición. Lima, Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado. (30 de mayo de 2002). NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Segunda Edición. Lima, Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.

Enfoque cuantitativo: métodos, fortalezas y debilidades. [en línea]. España: Arteaga, G., (1 de octubre de 2020). [Fecha de consulta: 21 de junio de 2023]. Recuperado de <https://www.testsiteforme.com/enfoque-cuantitativo/>

ESHETU, E; WONDIMU, T & PATNAIK, B. Healing concrete crack by using bacteria. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation* [en línea]. 2022, Vol.7, n°1. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85137085546&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=0a119365e0d7b78dc655ccb73fef51e7&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28bacillus+subtilis+concrete%29&sl=41&sessionSearchId=0a119365e0d7b78dc655ccb73fef51e7>
ISSN: 2365-3159

ESPITIA, Martin et al. Mechanisms of encapsulation of bacteria in self-healing concrete: review. *Dina* [en línea]. Vol.86 (210), Julio 2019. [fecha de consulta 18 mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.75343>
ISSN 0012-7353

HERNÁNDEZ, Sandra & AVILA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *UAEH* [en línea]. Vol.9 (17), 2020 [fecha de consulta 20 mayo de 2023]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>
ISSN 2007-4913

- HINOJOSA, Rene. Técnica de la observación en una investigación científica. [en línea]. Unahaldia. 2 de abril de 2022. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.aldia.unah.edu.pe/la-tecnica-de-la-observacion-en-una-investigacion-cientifica/>
- ISLAM, Shahid y AHMAD, Shakeel. Strength retrieval and microstructural characterization of Bacillus subtilis and Bacillus megaterium incorporated plain and reinforced concrete. [en línea]. Vol. 404, 2023 [fecha de consulta 20 febrero 2024]. Disponible en: [Strength retrieval and microstructural characterization of Bacillus subtilis and Bacillus megaterium incorporated plain and reinforced concrete - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819324936)
- KARIMI, Nasrin & MOSTOFINEJAD, Davood. Bacillus Subtilis bacteria used in fiber reinforced concrete and their effects on concrete penetrability [en línea]. 2020, Vol. 230. [Fecha de consulta 20 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819324936>
- Lactato de calcio. Lima: Laboratoriumdiscounter. (25 de Setiembre del 2018). [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2023]. Recuperado de: <https://www.laboratoriumdiscounter.nl/es/quimicos/a-z/c/lactato-de-calcio/>
- LAGAZO, Magil. Exploratory research using bacteria (Basillus Subtilis) as a self-healing concrete: A basis for strengthening infrastructure in the Philippine Setting. International Journal of Recent Technology and Engineering [en línea]. Vol. 8, junio 2019,125-129 [Fecha de consulta 23 mayo 2023].
ISSN 2277-3878
- METODOLOGÍA de la Investigación por Romero Holguer [et al]. Ecuador: Edicumbre Editorial Corporativa, 2021. 257pp.
ISBN Digital: 9789942401045
- METODOLOGÍA de Investigación Cuantitativa & Cualitativa Aspectos conceptuales y prácticos para la aplicación en niveles de educación superior por Polanía [et al]. Perú: Institución Universitaria Antonio José Camacho; Universidad Cesar Vallejo, 2020. 204pp.
ISBN: 9789588292991

METODOLOGÍA de la Investigación: Técnicas e instrumentos de investigación por Miguel Medina [et al.]. Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C., 2023. 60pp.

ISBN: 9786125069702 (PDF)

MUÑOZ, Socrates; SANCHEZ, Jorge y PERALTA, Miguel. Influence of Bacteria on Self-Healing Concrete. [en línea]. 2023, Vol.22, n° 1. [Fecha de consulta: 24 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5537/553775346007/html/#:~:text=En%20el%20hormig%C3%B3n%20con%20Bacillus,hormig%C3%B3n%20con%20Bacillus%20subtilis%20JC3>.

National Ready Mixed Concrete Association. Concrete In Practice (CIP). [12 de setiembre del 2023]. Disponible en:

<https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>

NORMA Técnica Peruana (Perú). NTP 400.012. Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: 2018. 15pp.

NORMA Técnica Peruana (Perú). NTP 400.17. Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen y los vacíos en los agregados. Lima 2010. 24pp.

NUÑEZ, Luis. Evaluación de las propiedades del bioconcreto autorreparable con la bacteria Bacillus Subtilis, Lima – 2021. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80823>

PACHAIVANNAN, Partheeban; HARIHARASUDHAN, C; MOHANASUNDRAM, M & ANITHA, M. Experimental analysis of self-healing properties of bacterial concrete. *Materials today: proceedings* [en línea]. 2020, Vol. 33, n°7. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2023]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320325645>

ISSN: 2214-7853

QUEVEDO, Hisashi & SÁNCHEZ, Elder. Efecto de la bacteria (*Bacillus Subtilis*) en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74346>

RAMOS, Carlos. Los alcances de una investigación. *CienciAmérica* [en línea]. 2020, Vol.9 n°3. [Fecha de consulta: 11 de junio de 2023]. Disponible en: <http://dialnet.uniroja.es/descarga/articulo/7746475.pdf>
ISSN 1390-9592

SARKAR, Manas; MAITI, Moumita; XU, Shilang & MANDAL, Saroj. Bio-concrete: Unveiling self-healing properties beyond crack-sealing. *Journal of building engineering* [en línea]. 2023, Vol. 74, n°106888. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2023]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710223010677>
ISSN: 2352-7102

SCHWANTES, Nicole; *et al.* Crack filling in concrete by addition of *Bacillus subtilis* spores – Preliminary study. Crack filling in concrete by addition of *Bacillus subtilis* spores – Preliminary study. *Revista DINA* [en línea]. 2018, Vol.85, n°205. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v85n205/0012-7353-dyna-85-205-00132.pdf>
ISSN: 0012-7353

Universo, población y muestra [Curso taller]. Juliaca: Condori, P., (2020). [Fecha de consulta: 20 de junio de 2023]. Recuperado de <http://www.aacademica.org/cporfirio/18>

VILLARREAL, María; VILLA, Eber; CIRA, Luis; ESTRADA, María; PARRA, Fannie & VILLALOBOS, Sergio. El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. [en línea]. 2018, Vol. 36, n°1. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v36n1/2007-8080-rmfi-36-01-95.pdf>

YAMASAMIT, Nattapong; *et al.* Effect of Bacillus Subtilis on mechanical and self-healing properties in mortar with different crack widths and curing conditions. *Scientific reports* [en línea]. 2023, Vol.13, n°7844. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85159469397&doi=10.1038%2fs41598-023-34837-x&partnerID=40&md5=1c668ea63746ef5e56c977d2b62e27a4>
ISSN: 2045-2322

ANEXOS

Anexo 01. Tabla de operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Técnica de instrumento	Escala de medición
Bacteria Bacillus Subtilis	El Bacillus Subtilis funciona como agente autorreparador y sus nutrientes deben mezclarse en el concreto recién colocado mientras permanecen latentes en el concreto endurecido hasta que aparecen las grietas. (Jonkers, Mera y Sierra 2015)	Esta técnica se desarrollará utilizando el comportamiento de la bacteria Bacillus Subtilis, mejorando sus propiedades en el concreto	Porcentaje de bacterias agregadas al concreto	<p>0% de solución de bacterias</p> <hr/> <p>3% de solución de bacterias</p> <hr/> <p>6% de solución de bacterias</p> <hr/> <p>9% de solución de bacterias</p>	Ficha de recolección de datos	Razón
Propiedades mecánicas	Las características de resistencia de un material hacen referencia a sus atributos que inciden en su resistencia ante fuerzas aplicadas y en la capacidad de respuesta que hace frente a ellas. En esencia, estas características definen cómo el material puede resistir y adaptarse a fuerzas y tensiones específicas. Esta particularidad es de vital importancia, puesto que los materiales utilizados en aplicaciones de ingeniería deben demostrar una resistencia mecánica adecuada para que pueda funcionar eficazmente bajo diversas cargas o fuerzas. (Infinita Industrial Consulting 2023)	Se determinará las propiedades mecánicas por medio de una unidad de testigo mediante la realización de ensayos	Propiedades mecánicas	<p>Resistencia a la compresión</p> <hr/> <p>Resistencia a la flexión</p>	Ficha de resultados del laboratorio	Razón

Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Tipo de Investigación	Diseño de investigación	Población - Muestra	Técnicas e instrumentos
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera influye la bacteria Bacillus Subtilis en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, Trujillo – 2023?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Realizar en análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ incorporándole bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Con la incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis mejora el comportamiento mecánico del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$</p>			<p>Población:</p> <p>La población para este proyecto de investigación serán los 72 especímenes de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, 36 probetas cilíndricas (4" x 8"), de las cuales 9 serán de concreto patrón y 27 incorporando la Bacteria Bacillus Subtilis al 3%, 6% y 9%, 36 vigas prismáticas de concreto (0.51 m x 0.15 m x 0.15 m), 9 serán con concreto patrón y 27 incorporando la Bacteria Bacillus Subtilis al 3%, 6% y 9%.</p>	<p>En la investigación se emplearon métodos de observación en tiempo real para la recopilación de información y los hallazgos obtenidos del diseño de investigación mediante pruebas de laboratorio llevadas a cabo en elementos seleccionados (3%, 6% y 9%), con el propósito de analizar el comportamiento de las bacterias en las propiedades mecánicas del concreto. Para la ejecución de las pruebas, se utilizaron instrumentos adecuados a cada tipo de ensayo de laboratorio, siguiendo los protocolos establecidos por la normativa NTP 400.012 la granulometría, ACI 211.1 para la elaboración de diseño de mezcla que se utilizó, la NTP 400.017 el peso unitario, ASTM C39 para pruebas en cuanto a la resistencia a compresión y por último ASTM C78 para los ensayos a flexión.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>¿De qué manera la incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis en proporciones de 3%, 6% y 9% aumentará la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión incorporándole 3%, 6% y 9% de la bacteria Bacillus Subtilis.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>La incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis aumenta la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$</p>	<p>El método de investigación empleado en la investigación es de tipo aplicada, con el propósito de mejorar las propiedades mecánicas del concreto incorporándole bacterias a la mezcla</p>	<p>La investigación es experimental en el sentido que las bacterias se manipulan para obtener mejores resultados en cuanto a las propiedades mecánicas del concreto.</p>	<p>Muestra:</p> <p>En este estudio se tomaron 36 muestras, los que serán sometidos a ensayos como de compresión, teniendo en cuenta la norma ASTM C39, para los ensayos de flexión se consideró 36 muestras prismáticas de acuerdo a la norma ASTM C78, estas muestras estuvieron conformadas por 3 tipos de mezcla de concreto con dosificación del líquido elaborado a partir de cepas de Bacillus Subtilis al 0%, 3%, 6% y 9%, para edades de 7, 14 y 28 días.</p>	
<p>¿Existe relación entre la bacteria Bacillus Subtilis y el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$?</p>	<p>Determinar la relación entre la incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis y el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ por el método estadístico ANOVA.</p>	<p>El método estadístico ANOVA permite validar la relación entre la incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis y el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$</p>				

Anexo 02. Evaluación por juicio de expertos



Anexo 2

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria *Bacillus Subtilis*, Trujillo – 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	- Oscar Maza Espinoza - Roger Aníbal Alayo Miranda - Angel Alfonso Mendoza Chinchayán
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
Área de formación académica:	Clinica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	- Ingeniero Civil
Institución donde labora:	- Instituciones públicas y privadas
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	- Ensayos de Laboratorio
Autora:	- Aredo Tello, Karina Aracelli - Juarez Acevedo, Lizeth Analy
Procedencia:	Jr. los Diamantes Nro. 365 Urb. Santa Ines
Administración:	S/, 3500
Tiempo de aplicación:	2 meses
Ámbito de aplicación:	Jvc Consultoria Geotecnia S.A.C.
Significación:	Estuvo basado en la adición de la bacterias <i>Bacillus Subtilis</i> con lactato de calcio con la finalidad de analizar su dosificación de los porcentajes en las escalas de 0,3,6 y 9% con respecto al agua y también en función a la caracterización de los agregados, el diseño de mezcla de un concreto $F'c=280\text{kg/cm}^2$ considerando los porcentajes de bacteria y el concreto patrón, luego los ensayos de las propiedades de los agregados, la resistencia a



	compresión, resistencia a la flexión y por último se realiza el análisis estadístico.
--	---

4. **Soporte teórico**
(describir en función al modelo teórico)

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Razón	0% de solución de bacterias 3% de solución de bacterias 6% de solución de bacterias 9% de solución de bacterias	Estuvo basado en la adición de la bacteria Bacillus Subtilis con la finalidad de analizar su dosificación de los porcentajes en las escalas de 3 %,6% y 9% con relación al agua.
Razón	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión	Estuvo basado en función a las propiedades mecánicas del concreto por medio de una unidad de testigo mediante la realización de ensayos.

5. **Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación, a usted le presento el cuestionario de Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023, elaborado por Aredo Tello, Karina Aracelli & Juárez Acevedo, Lizeth Analy en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento

- Primera dimensión: **Porcentaje de bacterias agregadas al concreto**
- Objetivos de la Dimensión: Evaluar los porcentajes de la adición de la Bacteria Bacillus Subtilis.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
0% de solución de bacterias	4	4	4	4	
3% de solución de bacterias	4	4	4	4	
6% de solución de bacterias	4	4	4	4	
9% de solución de bacterias	4	4	4	4	

- Segunda dimensión: **Propiedades mecánicas**
- Objetivos de la Dimensión: Estuvo basado en función a las propiedades mecánicas del concreto por medio de una unidad de testigo mediante la realización de ensayos de Resistencia a la compresión y flexión

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Resistencia a la compresión	4	4	4	4	
Resistencia a la flexión	4	4	4	4	



Oscar Maza Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP: 66807



Roger A. Alayo Miranda
INGENIERO CIVIL
CIP: 62950



Angel Mandoz Chinchayuan
INGENIERO CIVIL
CIP: 69165

Ficha de validación de instrumento



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis en el concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

“Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo - 2023”

Parte 1: Datos Generales

Tesista 02: - Aredo Tello, Karina Aracelli

- Juarez Acevedo, Lizeth Analy

Fecha: 25/09/2023

Parte 2: Porcentaje de bacteria Bacillus Subtilis en el concreto $f'c =280 \text{ kg/cm}^2$.

0%	3%	6%	9%
-----------	-----------	-----------	-----------

Tesis: Ascate & Miranda (2021), Adicionaron la bacteria Bacillus Subtilis en las proporciones 4%, 8% y 12% para mejorar la resistencia del concreto.

Validación del Instrumento

<p><i>Apellidos:</i> Maza Espinoza</p> <p><i>Nombres:</i> Oscar</p> <p><i>Título:</i> Ingeniero Civil</p> <p><i>Grado:</i></p> <p><i>CIP:</i> 85607</p> <p><i>Firma:</i></p>  <p>Oscar Maza Espinoza INGENIERO CIVIL CIP 85607</p>	<p><i>Apellidos:</i> Alayo Miranda</p> <p><i>Nombres:</i> Roger Anibal</p> <p><i>Título:</i> Ingeniero Civil</p> <p><i>Grado:</i></p> <p><i>CIP:</i> 82950</p> <p><i>Firma:</i></p>  <p>Roger A. Alayo Miranda INGENIERO CIVIL CIP 82950</p>	<p><i>Apellidos:</i> Mendoza Chinchayán</p> <p><i>Nombres:</i> Angel Alfonso</p> <p><i>Título:</i> Ingeniero Civil</p> <p><i>Grado:</i></p> <p><i>CIP:</i> 69155</p> <p><i>Firma:</i></p>  <p>Angel Mendoza Chinchayán INGENIERO CIVIL CIP 69155</p>
---	---	--

Anexo 03. Consentimiento Informado

Consentimiento Informado

Título de la investigación: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023

Investigador (a) (es): Aredo Tello Karina Aracelli y Juarez Acevedo Lizeth Analy

Propósito del estudio

Le invitamos a participar de la investigación titulada “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023”, cuyo objetivo es Realizar el análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ incorporándole la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023. Esta investigación es desarrollada por estudiantes pregrado de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo del campus Trujillo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad.

Describir el impacto del problema de la investigación. La investigación tiene un impacto ambiental positivo, porque disminuirá el gasto en la reparación de estructuras y de los materiales.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente:

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada:
“.....”
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado deminutos y se realizará en el ambiente dede la instituciónLas respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (a) (es): Aredo Tello Karina Aracelli, Juarez Acevedo Lizeth Analy, email: aredoki@gmail.com, juarezacevedoanaly@gmail.com y Docente asesor Mg. Chávez Roncal Luis Alberto.

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombre y apellidos:

.....

Fecha y hora:


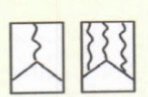


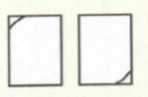

.....

ANEXO 04: Fichas de recolección de datos

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tesis	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=280KG/CM² CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023"				
Autores	Aredo Tello, Karina Aracelli	Fecha	28/09/2023	DISEÑO	280 (kg/cm ²)
	Juarez Acevedo, Lizeth Analy	Norma	ASTM C39 / C39M		

Esquema de los patrones de tipo de fractura

 <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos. fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>	 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo. fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo</p>	 <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p>	 <p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos: golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p>	 <p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)</p>	 <p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo</p>
--	--	---	---	---	--

CONCRETO: Patrón 0%

EDAD	N°	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	TIPO FALLA	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)
7 días	P-01	30/09/2023	07/10/2023	5	30.00	15.20	426.43
	P-02	30/09/2023	07/10/2023	5	29.50	15.20	418.18
	P-03	30/09/2023	07/10/2023	5	29.50	15.20	424.93
14 días	P-01	30/09/2023	14/10/2023	3	30.00	14.80	474.04
	P-02	30/09/2023	14/10/2023	3	30.00	14.80	468.12
	P-03	30/09/2023	14/10/2023	3	30.00	14.70	480.23
28 días	P-01	28/09/2023	26/10/2023	5	30.00	15.30	630.12
	P-02	28/09/2023	26/10/2023	5	30.00	15.30	651.05
	P-03	28/09/2023	26/10/2023	5	30.00	15.30	643.20



Validación por juicio de expertos:

 Oscar Maza Espinoza INGENIERO CIVIL CIP 85807	 Roger A. Alayo Miranda INGENIERO CIVIL CIP 82950	 Jorge Acuña Chacabayan INGENIERO CIVIL CIP 69155
CIP	CIP	CIP

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tesis	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=280KG/CM² CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023"			
Autores	Aredo Tello, Karina Aracelli	Fecha	04/10/2023	DISEÑO (kg/cm ²)
	Juarez Acevedo, Lizeth Analy	Norma	ASTM C39 / C39M	
280				



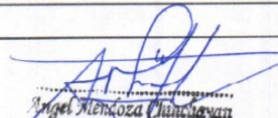
Esquema de los patrones de tipo de fractura

 <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>	 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo</p>	 <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p>	 <p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p>	 <p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)</p>	 <p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo</p>
--	--	---	---	---	--

CONCRETO: B. 3%

EDAD	N°	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	TIPO FALLA	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)
7 días	P-01	04/10/2023	11/10/2023	5	30.00	15.00	422.44
	P-02	04/10/2023	11/10/2023	5	29.50	15.10	431.10
	P-03	04/10/2023	11/10/2023	2	29.50	15.10	429.13
14 días	P-01	04/10/2023	18/10/2023	2	30.00	15.20	519.84
	P-02	04/10/2023	18/10/2023	2	30.00	15.20	515.76
	P-03	04/10/2023	18/10/2023	2	30.00	15.20	516.91
28 días	P-01	04/10/2023	01/11/2023	2	30.00	15.10	625.10
	P-02	04/10/2023	01/11/2023	2	30.00	15.10	627.85
	P-03	04/10/2023	01/11/2023	2	30.00	15.10	623.98


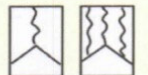




Validación por juicio de expertos:

 Oscar Maza Espinoza INGENIERO CIVIL CIP: 66607	 Roger A. Alayo Miranda INGENIERO CIVIL CIP: 62950	 Angel Mendoza Chumbeayan INGENIERO CIVIL CIP: 68103
CIP	CIP	CIP
		69155

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tesis	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $f_c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023"			
Autores	Aredo Tello, Karina Aracelli	Fecha	03/10/2023	DISEÑO (kg/cm^2)
	Juarez Acevedo, Lizeth Analy	Norma	ASTM C39 / C39M	

Esquema de los patrones de tipo de fractura

 <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>	 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo</p>	 <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p>	 <p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p>	 <p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)</p>	 <p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo</p>
--	--	---	---	---	--

CONCRETO: B. 6%

EDAD	N°	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	TIPO FALLA	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)
7 días	P-01	03/10/2023	10/10/2023	2	30.00	15.20	440.44
	P-02	03/10/2023	10/10/2023	5	29.50	15.20	437.13
	P-03	03/10/2023	10/10/2023	5	29.50	15.20	442.70
14 días	P-01	03/10/2023	17/10/2023	5	30.00	15.20	532.85
	P-02	03/10/2023	17/10/2023	3	30.00	15.10	504.80
	P-03	03/10/2023	17/10/2023	3	30.00	15.10	518.31
28 días	P-01	03/10/2023	31/10/2023	2	30.00	15.00	633.18
	P-02	03/10/2023	31/10/2023	2	30.00	15.00	628.70
	P-03	03/10/2023	31/10/2023	2	30.00	15.00	630.14


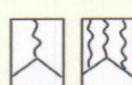


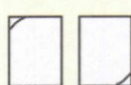

Validación por juicio de expertos:

 Oscar Maza Espinoza INGENIERO CIVIL CIP 85807	 Roger A. Alayo Miranda INGENIERO CIVIL CIP 82950	 Ayelén Mendoza Chumacayan INGENIERO CIVIL CIP 30155
CIP	CIP	CIP 69155

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tesis	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $f_c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023"				
Autores	Aredo Tello, Karina Aracelli	Fecha	30/09/2023	DISEÑO	280 (kg/cm^2)
	Juarez Acevedo, Lizeth Analy	Norma	ASTM C39 / C39M		

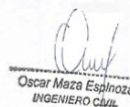


Esquema de los patrones de tipo de fractura

 <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos. Fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>	 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo</p>	 <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p>	 <p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p>	 <p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)</p>	 <p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo</p>
--	--	---	---	---	--

CONCRETO: B- 9%

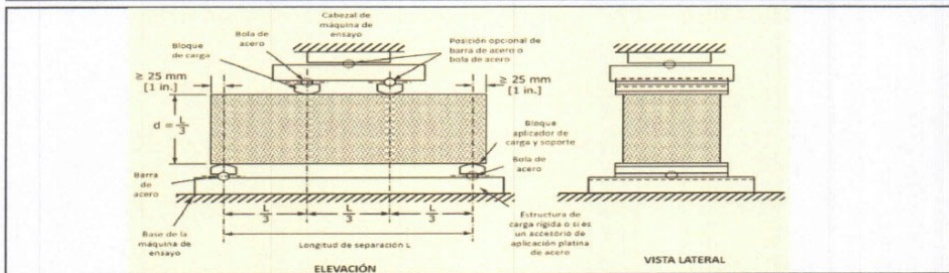
EDAD	N°	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	TIPO FALLA	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (KN)
7 días	P-01	30/09/2023	07/10/2023	2	30.00	14.90	507.16
	P-02	30/09/2023	07/10/2023	2	29.50	15.20	501.40
	P-03	30/09/2023	07/10/2023	2	29.50	15.10	510.03
14 días	P-01	30/09/2023	14/10/2023	2	30.00	15.20	562.89
	P-02	30/09/2023	14/10/2023	2	30.00	15.10	524.33
	P-03	30/09/2023	14/10/2023	2	30.00	15.20	536.12
28 días	P-01	03/10/2023	31/10/2023	2	30.00	15.00	652.13
	P-02	03/10/2023	31/10/2023	2	30.00	15.00	657.18
	P-03	03/10/2023	31/10/2023	2	30.00	15.00	668.90

Validación por juicio de expertos:

 Oscar Maza Espinoza INGENIERO CIVIL CIP-86807	 Roger A. Alayo Miranda INGENIERO CIVIL CIP-62950	 Angel Mendoza Chiriquian INGENIERO CIVIL CIP-69155
CIP	CIP	CIP

RESISTENCIA A FLEXIÓN

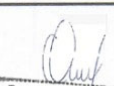
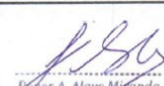
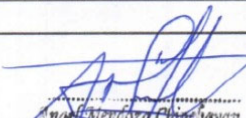
Tesis	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=280KG/CM² CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023"			
Autores	Aredo Tello, Karina Aracelli	Fecha	26/09/2023	DISEÑO (kg/cm ²)
	Juarez Acevedo, Lizeth Analy	Norma	ASTM C78 / C78M	



CONCRETO: Patrón 0%

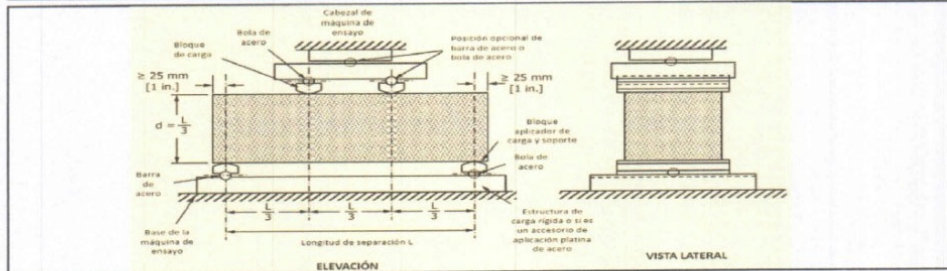
EDAD	N°	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	CARGA MÁXIMA KN
7 días	V-01	06/10/2023	13/10/2023	51.00	15.00	15.00	29.04
	V-02	06/10/2023	13/10/2023	51.00	15.10	15.10	31.10
	V-03	06/10/2023	13/10/2023	51.00	15.10	15.10	30.00
14 días	V-01	26/09/2023	10/10/2023	51.00	15.10	15.10	37.66
	V-02	26/09/2023	10/10/2023	50.90	15.00	15.10	36.90
	V-03	26/09/2023	10/10/2023	51.00	15.20	15.20	38.10
28 días	V-01	26/09/2023	24/10/2023	51.00	15.00	15.00	37.29
	V-02	26/09/2023	24/10/2023	51.00	15.00	15.00	38.73
	V-03	26/09/2023	24/10/2023	51.00	15.00	15.00	38.18

Validación por juicio de expertos:

 Oscar Maza Espinoza INGENIERO CIVIL CIP 65007	 Roger A. Alayo Miranda INGENIERO CIVIL CIP 62950	 Angel Estanislao Chirre Llanos INGENIERO CIVIL CIP 60105
CIP	CIP	CIP 69155

RESISTENCIA A FLEXIÓN

Tesis	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=280KG/CM ² CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023"		
Autores	Aredo Tello, Karina Aracelli	Fecha	05/10/2023
	Juarez Acevedo, Lizeth Analy	Norma	ASTM C78 / C78M
		DISEÑO	280 (kg/cm ²)



CONCRETO: B. 3%

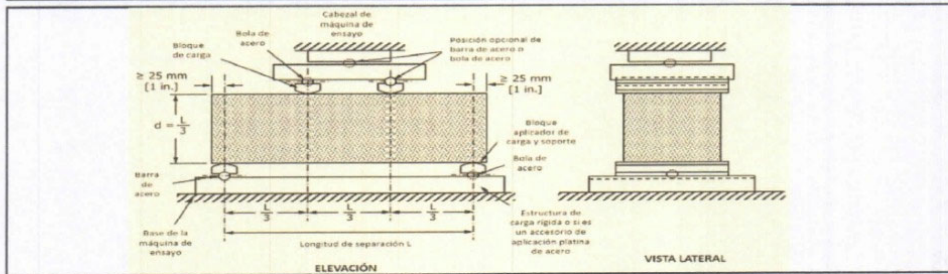
EDAD	N°	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	CARGA MÁXIMA KN
7 días	V-01	09/10/2023	16/10/2023	51.00	15.10	15.10	29.66
	V-02	09/10/2023	16/10/2023	51.00	15.00	15.10	28.06
	V-03	09/10/2023	16/10/2023	51.00	15.00	15.00	30.13
14 días	V-01	09/10/2023	23/10/2023	51.00	15.00	15.00	34.83
	V-02	09/10/2023	23/10/2023	51.00	15.10	15.00	33.45
	V-03	09/10/2023	23/10/2023	51.00	15.00	15.00	34.06
28 días	V-01	05/10/2023	02/11/2023	51.00	15.00	15.00	43.18
	V-02	05/10/2023	02/11/2023	51.00	15.00	15.00	38.04
	V-03	05/10/2023	02/11/2023	51.00	15.00	15.00	40.12

Validación por juicio de expertos:

 Oscar Maza Espinoza INGENIERO CIVIL CIP 86807	 Roger A. Alayo Miranda INGENIERO CIVIL CIP 42950	 Lizeth Analy INGENIERO CIVIL CIP 69155
CIP	CIP	CIP

RESISTENCIA A FLEXIÓN

Tesis	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=280KG/CM² CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023"				
Autores	Aredo Tello, Karina Aracelli	Fecha	09/10/2023	DISEÑO	280
	Juarez Acevedo, Lizeth Anly	Norma	ASTM C78 / C78M	(kg/cm ²)	



CONCRETO: B. 6%

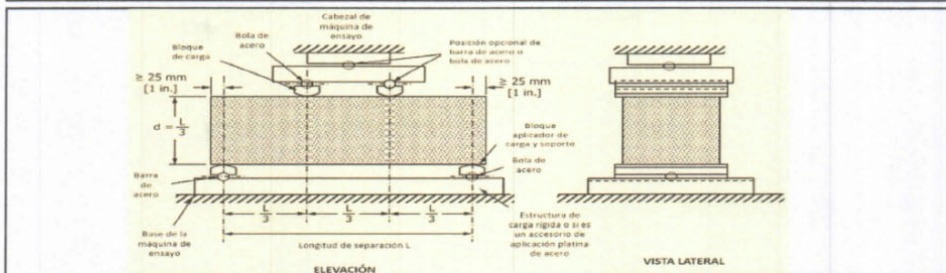
EDAD	N°	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	CARGA MÁXIMA KN
7 días	V-01	09/10/2023	16/10/2023	51.00	15.00	15.00	34.96
	V-02	09/10/2023	16/10/2023	51.00	15.00	15.00	29.81
	V-03	09/10/2023	16/10/2023	51.00	15.10	15.20	32.40
14 días	V-01	09/10/2023	23/10/2023	51.00	15.00	15.24	33.85
	V-02	09/10/2023	23/10/2023	51.00	15.00	15.24	32.94
	V-03	09/10/2023	23/10/2023	51.00	15.00	15.24	33.70
28 días	V-01	09/10/2023	06/11/2023	51.00	15.00	15.10	44.14
	V-02	09/10/2023	06/11/2023	51.00	15.00	15.10	39.89
	V-03	09/10/2023	06/11/2023	51.00	15.00	15.10	46.10

Validación por juicio de expertos:

 Oscar Meza Espinoza INGENIERO CIVIL CIP: 86607	 Roger A. Alayo Miranda INGENIERO CIVIL CIP: 62950	 Angel Arango Chiriquiano INGENIERO CIVIL CIP: 169155
CIP	CIP	CIP

RESISTENCIA A FLEXIÓN

Tesis	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023"				
Autores	Aredo Tello, Karina Aracelli	Fecha	06/10/2023	DISEÑO	280 (kg/cm ²)
	Juarez Acevedo, Lizeth Analy	Norma	ASTM C78 / C78M		



CONCRETO: B - 9%

EDAD	N°	FECHA ELABORACIÓN	FECHA ROTURA	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	CARGA MÁXIMA KN
7 días	V-01	09/10/2023	26/10/2023	50.84	15.24	15.24	33.71
	V-02	09/10/2023	26/10/2023	50.84	15.24	15.24	32.24
	V-03	09/10/2023	26/10/2023	50.84	15.24	15.24	33.08
14 días	V-01	09/10/2023	23/10/2023	50.84	15.20	15.24	35.37
	V-02	09/10/2023	28/10/2023	50.84	15.20	15.24	34.12
	V-03	09/10/2023	23/10/2023	50.84	15.20	15.24	34.72
28 días	V-01	06/10/2023	03/11/2023	51.00	15.10	15.10	38.55
	V-02	06/10/2023	03/11/2023	51.00	15.10	15.10	37.70
	V-03	06/10/2023	03/11/2023	51.00	15.10	15.10	35.64

Validación por juicio de expertos:

 Oscar Muza Espinoza INGENIERO CIVIL CIP: 86607	 Roger A. Alayo Miranda INGENIERO CIVIL CIP: 82950	 Angel Mendoza Chacabayo INGENIERO CIVIL CIP: 80105
CIP	CIP	CIP 69/55

ANEXO 05: Especificaciones técnicas del lactato de calcio y bacteria *Bacillus Subtilis*



LACTATO DE CALCIO

1. **DESCRIPCIÓN**
Lactato de calcio (SIN-327). obtenido a partir del ácido láctico.
2. **APLICACIÓN**
Utilizado en la fortificación de bebidas y alimentos y en la industria farmacéutica. En la producción de perlas de caviar, espaguetis gelificados y esferas con rellenos líquidos. En frutas en conserva mantiene la textura y extiende la vida útil.
3. **PROPIEDADES**
Utilizado como fuente idónea del calcio. En la industria alimentaria es utilizado como regulador de la acidez y preservante natural. No aporta sabor y se recomienda en todas las reacciones de esferificación inversa.
4. **DÓSIS**
5. **ORIGEN**
China.
6. **PRESENTACIÓN**
Sacos multipliego, papel kraft y bolsa de polipropileno. Peso neto 25 Kg.
7. **CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**
Almacenar en lugar fresco, seco y ve protegido de la luz solar.
8. **VIDA ÚTIL**
24 meses.

9. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

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

10. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

MICROORGANISMO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
E. Coli	--	No Aplica
Salmonella SPP	--	No Aplica

11. INFORMACIÓN NUTRICIONAL (Base 100 g)

ELEMENTO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Energía	Kcal/KJ	No aplica
Proteína	G	No aplica
Carbohidratos totales	g	No aplica
Grasa total saturada	g	No aplica
Fibra	g	No aplica
Sodio	g	No aplica

12. METALES PESADOS

ELEMENTO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Plomo	ppm	≤ 2.0
Arsénico	ppm	≤ 2.0
Mercurio	ppm	≤ 1.0
Fluoro	ppm	≤ 15.0



BIOALTERNATIVA

BIOINSUMOS DE USO AGRÍCOLA

Insecticidas: Los siguientes insecticidas se pueden mezclar en el mismo tanque: Abamectina, Bacillus thuringiensis, Cryolite, Dimetoato, Imidacloprid y Spinosad. Beauveria bassiana, Paecilomyces fomesoroseus, paecilomyces lilacinus, Metarhizium anisopliae, Trichoderma Harzianum, Trichoderma asperellum.

Adyuvantes: No se combina con adyuvantes tipo penetrantes. Las siguientes marcas compatibles pueden mezclarse en el mismo tanque: Biogrin y otros coadyuvantes de origen orgánico.

Insectos: No es tóxico para abejas melíferas, crisopas, avispas parasíticas y catarinitas.

FORMA DE APLICACIÓN Y DOSIFICACION

Aplicaciones preventivas: Mezcle **BIO-SUBTILIS** en agua con pH de 5.5 a 7.0 y asperje una dosis de 1L/cilindro de 200 litros, repita las aplicaciones en intervalos de una semana según se requiera. En condiciones de riesgo aumente la dosis.

Aplicaciones curativas: Diluya **BIO-SUBTILIS** en agua y asperje una cantidad mínima de 2L/cilindro de 200 litros. Repita después de una semana, según se requiera. En problemas severos combine con una dosis baja de fungicidas compatibles.

BIO-SUBTILIS controla los siguientes patógenos:

PATÓGENO	NOMBRE COMÚN
Alternaria solani	Tizón temprano
Alternaria brassicicola	Mancha gris de la hoja
Alternaria alternata	Tizón por alternaria
Botrytis cinérea	Moho gris
Bremia lactucea	Mildíu de la lechuga
Cercospora beticola	Mancha de la hoja
Cladosporium cucumerinum	Roña de las cucurbitáceas
Colletotrichum lindemuthianum	Antracnosis del frijol
Didymella bryoniae	Trizon gomoso de tallo
Erwinia carotovora	Pudrición suave
Erwinia amylovora	Tizon de fuego
Erysiahe cichoracearum	Cenicilla de cucurbitáceas
Fusarium oxysporum	Secadera por fusarium
Leveillula taurica	Cenicilla del tomate
Monilinia fructicola	Pudrición café
Peronospora parasítica	Mildiu de las brassicáceas
Phomopsis viticola	Mancha de cañas y hojas
Phytophthora infestans	Tizón tardío
Phytophthora capsici	Secadera del chile
Plasmopara viticola	Mildiu de la vid
Podosphaera leucotricha	Cenicilla de la manzana
Pseudomonas syringae	Tizón foliar
Pythium ultimum	Damping-off
Rhizoctonia solani	Tizón foliar de los pastos

bioalternativasac@gmail.com – www.bioalternativaeyf.com

Av. Juan Pablo II No. 172 Las Lomas de Huanchaco – Trujillo – La Libertad – Perú

Telf. (044) 418431 - 950 210 064 – 949 386 222



BIOALTERNATIVA
BIOINSUMOS DE USO AGRÍCOLA

<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Moho banco
<i>Septoria apii</i>	Mancha foliar del apio
<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	Cenicilla de cucurbitáceas
<i>Taphrina deformans</i>	Verrucosis del durazno
<i>Uncinula necator</i>	Cenicilla de la vid
<i>Uromyces phaseoli</i>	Roya del frijol
<i>Venturia pyrina</i>	Roña del peral
<i>Venturia inaequalis</i>	Roña de la manzana
<i>Xanthomonas campestris</i>	Tizón bacteriano

ALMACENAMIENTO

- Mantenga el producto en un lugar fresco y seco.
- El producto tiene una vida máxima de estante de 2 años.

INGREDIENTES

Bacillus subtilis. Concentración 1×10^9 UFC/ CC

PRESENTACION

Pomo de PEAD plástico de 1 litro.

Bidón de PEAD plástico de 18 litros.

Anexo 06: Autorización del Laboratorio JVC para publicar resultados



Anexo 6 RUC: 20606092297
Autorización de la organización para publicar su identidad en los resultados de las investigaciones

Datos Generales

Nombre de la Organización:	RUC: 20606092297
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C	
Nombre del Titular o Representante legal:	
Ing. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz	DNI: 40505239

Consentimiento:

De conformidad con lo establecido en el artículo 8°, literal "c" del código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo (RCU Nro. 0470-2022/UCV), autorizo [], no autorizo [] publicar LA IDENTIDAD DE LA ORGANIZACIÓN, en la cual se lleva a cabo la investigación:

Nombre del Trabajo de Investigación:	
"Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo - 2023"	
Nombre del Programa Académico: Escuela Profesional De Ingeniería Civil	
Autores: Karina Aracelli Aredo Tello Lizeth Analy Juarez Acevedo	DNI: 1816557 73373600

En caso de autorizarse, soy consciente que la investigación será alojada en el Repositorio Institucional de la UCV, la misma que será de acceso abierto para los usuarios y podrá ser referenciada en futuras investigaciones, dejando en claro que los derechos de propiedad intelectual corresponden exclusivamente al autor (a) del estudio.

Lugar y Fecha: Trujillo, 6 de diciembre del 2023

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL



(*) Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo-Artículo 8°, literal "c" Para difundir o publicar los resultados de un trabajo de investigación es necesario mantener bajo anonimato el nombre de la institución donde se llevó a cabo el estudio, salvo el caso en que haya un acuerdo formal con el gerente o director de la organización, para que se difunda la identidad de la institución. Por ello, tanto en los proyectos de investigación como en las tesis, no se deberá incluir la denominación de la organización, ni en el cuerpo de la tesis ni en los anexos, pero sí será necesario describir sus características.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

**ANEXO 07: Certificados de calibración de equipos – Laboratorio JVC CONSULTORÍA
GEOTECNIA SAC**



RUC: 20606092297

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



CONSULTORIA
GEOTECNIA

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



Laboratorio PP

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1355-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 439-2023
Fecha de Emisión : 2023-12-19

1. Solicitante : JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : JR. LOS DIAMANTES NRO. 365 URB. SANTA INES - TRUJILLO - LA LIBERTAD

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : SJX622/E

Número de Serie : B741806917

Alcance de Indicación : 620 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,01 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BALOUT

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-12-15

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-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
P.J. EL DEPORTE MZA. E LOTE. 14 C.P. CENTRO CIVICO - LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD



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.



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-1355-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,9	25,1
Humedad Relativa	65,0	65,0

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).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 29 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	25,0			24,9		
	Carga L1= 300,000 g			Carga L2= 600,000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,007	-0,002
2	300,00	0,005	0,000	600,01	0,009	0,006
3	299,99	0,003	-0,008	600,01	0,008	0,007
4	300,00	0,009	-0,004	600,00	0,005	0,000
5	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,007	-0,002
6	299,99	0,004	-0,009	600,00	0,005	0,000
7	300,00	0,008	-0,003	600,01	0,008	0,007
8	300,00	0,005	0,000	600,00	0,006	-0,001
9	300,00	0,006	-0,001	600,00	0,009	-0,004
10	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,005	0,000
Diferencia Máxima	0,009			0,011		
Error máximo permitido ±	0,03 g			± 0,03 g		



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.



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1355-2023
 Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,100	0,10	0,008	-0,003	200,000	200,00	0,007	-0,002	0,001
2		0,10	0,005	0,000		199,99	0,004	-0,009	-0,009
3		0,10	0,009	-0,004		199,99	0,002	-0,007	-0,003
4		0,10	0,006	-0,001		199,99	0,003	-0,008	-0,007
5		0,10	0,008	-0,003		199,99	0,004	-0,009	-0,006

Temp. (°C) Inicial: 24,9 Final: 25,0

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,03 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,008	-0,003						
0,200	0,20	0,005	0,000	0,003	0,20	0,006	-0,001	0,002	0,01
5,000	5,00	0,009	-0,004	-0,001	5,00	0,008	-0,003	0,000	0,01
50,000	50,00	0,006	-0,001	0,002	50,00	0,005	0,000	0,003	0,01
70,000	70,00	0,008	-0,003	0,000	70,00	0,009	-0,004	-0,001	0,02
100,000	100,00	0,005	0,000	0,003	100,00	0,007	-0,002	0,001	0,02
150,000	150,00	0,007	-0,002	0,001	150,00	0,005	0,000	0,003	0,02
200,000	200,00	0,006	-0,001	0,002	200,00	0,008	-0,003	0,000	0,02
400,001	400,01	0,009	0,005	0,008	400,00	0,005	-0,001	0,002	0,03
600,000	600,01	0,007	0,008	0,011	600,01	0,009	0,006	0,009	0,03
620,001	620,01	0,008	0,006	0,009	620,01	0,008	0,006	0,009	0,03

Temp. (°C) Inicial: 25,0 Final: 25,1

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,50 \times 10^{-5} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,60 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 8,09 \times 10^{-10} \times R^2}$$


R: Lectura de la balanza ΔL: 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.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-1002-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 439-2023
Fecha de emisión : 2023-12-18

1. Solicitante : JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : JR. LOS DIAMANTES NRO. 365 URB. SANTA INES - TRUJILLO - LA LIBERTAD

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PYS EQUIPOS
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 2002021
Capacidad de Prensa : 2000 kN
Código de Identificación : PREAUL

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. EL DEPORTE MZA. E LOTE. 14 C.P. CENTRO CIVICO - LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
15 - DICIEMBRE - 2023

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	MT-8010-2023	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales


	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,1	25,1
Humedad %	63	64

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

8. Observaciones

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




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

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° LFP-1002-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,991	100,986	-0,99	-0,99	101,0	-0,98	0,00
200	201,899	201,859	-0,95	-0,93	201,9	-0,93	0,02
300	302,139	302,966	-0,71	-0,99	302,6	-0,84	-0,28
400	402,574	402,886	-0,64	-0,72	402,7	-0,68	-0,08
500	502,988	503,375	-0,60	-0,68	503,2	-0,63	-0,08
600	601,024	601,892	-0,17	-0,32	601,5	-0,24	-0,14
700	702,264	703,215	-0,32	-0,46	702,7	-0,39	-0,14
800	803,926	804,538	-0,49	-0,57	804,2	-0,53	-0,08

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9971x - 1,1676$

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

GRÁFICO N° 1

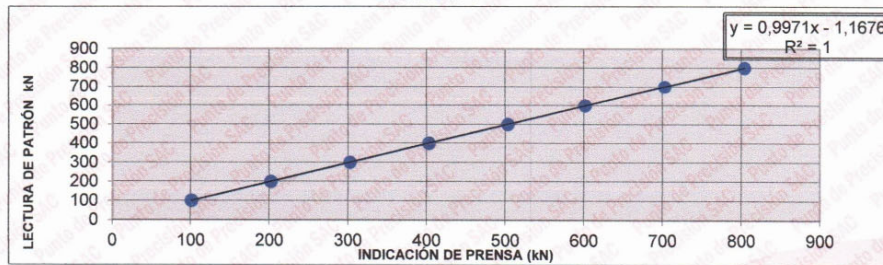
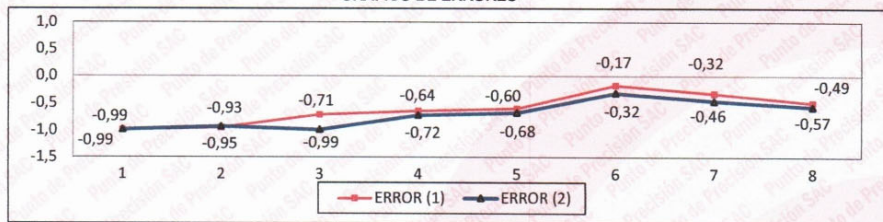



GRÁFICO DE ERRORES



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1356-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 439-2023
 Fecha de Emisión : 2023-12-19

1. Solicitante : JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Dirección : JR. LOS DIAMANTES NRO. 365 URB. SANTA INES - TRUJILLO - LA LIBERTAD

2. Instrumento de Medición : BALANZA
 Marca : OHAUS
 Modelo : SJX6201/E
 Número de Serie : B943469413
 Alcance de Indicación : 6 200 g
 División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g
 División de Escala Real (d) : 0,1 g
 Procedencia : CHINA
 Identificación : BALCOUT
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2023-12-15

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 realizarán 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-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 P.J. EL DEPORTE MZA. E LOTE. 14 C.P. CENTRO CIVICO - LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD



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.



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-1356-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,5	24,7
Humedad Relativa	66,0	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).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-257-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 199,7 g para una carga de 6 200,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 29 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición


INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 24,5			Final 24,6		
	Carga L1= 3 100,00 g			Carga L2= 6 200,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,0	0,05	0,00
2	3 100,0	0,05	0,00	6 200,0	0,09	-0,04
3	3 100,0	0,09	-0,04	6 200,0	0,06	-0,01
4	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,07	-0,02
5	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,0	0,08	-0,03
6	3 100,0	0,05	0,00	6 200,0	0,05	0,00
7	3 100,0	0,07	-0,02	6 200,0	0,08	-0,03
8	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,06	-0,01
9	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,0	0,09	-0,04
10	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,07	-0,02
Diferencia Máxima	0,04			0,04		
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



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.



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1356-2023
 Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _s				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00	1,0	0,08	-0,03	2 000,0	2 000,0	0,08	-0,03	0,00
2		1,0	0,09	-0,04		2 000,0	0,05	0,00	0,04
3		1,0	0,05	0,00		1 999,9	0,04	-0,09	-0,09
4		1,0	0,07	-0,02		1 999,8	0,02	-0,17	-0,15
5		1,0	0,06	-0,01		1 999,9	0,03	-0,08	-0,07
Error máximo permitido : ± 0,3 g									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,08	-0,03						
5,00	5,0	0,05	0,00	0,03	5,0	0,08	-0,03	0,00	0,1
20,00	20,0	0,09	-0,04	-0,01	20,0	0,06	-0,01	0,02	0,1
50,00	50,0	0,05	0,00	0,03	50,0	0,07	-0,02	0,01	0,1
500,00	500,0	0,09	-0,04	-0,01	500,0	0,05	0,00	0,03	0,1
1 000,00	1 000,0	0,07	-0,02	0,01	1 000,0	0,08	-0,03	0,00	0,2
1 500,00	1 500,0	0,05	0,00	0,03	1 500,0	0,09	-0,04	-0,01	0,2
2 000,00	2 000,0	0,08	-0,03	0,00	2 000,0	0,06	-0,01	0,02	0,2
5 000,00	5 000,0	0,06	-0,01	0,02	5 000,0	0,07	-0,02	0,01	0,3
6 000,00	6 000,0	0,08	-0,03	0,00	6 000,0	0,08	-0,03	0,00	0,3
6 200,00	6 200,1	0,09	0,06	0,09	6 200,1	0,09	0,06	0,09	0,3

e m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 6,69 \times 10^{-6} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,02 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,10 \times 10^{-9} \times R^2}$$


R: Lectura de la balanza ΔL: 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.



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-1358-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 439-2023
Fecha de Emisión : 2023-12-19

1. Solicitante : JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : JR. LOS DIAMANTES NRO. 365 URB. SANTA INES - TRUJILLO - LA LIBERTAD

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : NO INDICA

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : BALER 2000

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-12-15

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-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
P.J. EL DEPORTE MZA. E LOTE. 14 C.P. CENTRO CIVICO - LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD



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.



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-1358-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	25,2	25,2
Humedad Relativa	64,0	64,0

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).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0778-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-257-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-254-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 988 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 29 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición


INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 25,2			Final 25,2		
	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
2	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,9	0,6
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
4	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,7	-0,2
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,9	0,6
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,5	0,0
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
9	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
10	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
Diferencia Máxima	0,4			0,9		
Error máximo permitido ±	2 g			3 g		



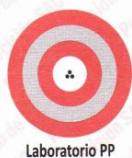
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 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.



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1358-2023

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Inicial Final
 Temp. (°C) 25,2 25,2

Posición de la Carga	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0	10	0,8	-0,3	10 000,0	10 000	0,7	-0,2	0,1
2		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
3		10	0,9	-0,4		9 999	0,4	-0,9	-0,5
4		10	0,6	-0,1		10 001	0,9	0,6	0,7
5		10	0,8	-0,3		10 000	0,6	-0,1	0,2

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Inicial Final
 Temp. (°C) 25,2 25,2

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
50,0	50	0,5	0,0	0,3	50	0,5	0,0	0,3	1
500,0	500	0,7	-0,2	0,1	500	0,8	-0,3	0,0	1
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,1	2 000	0,6	-0,1	0,2	1
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,2	5 001	0,9	0,6	0,9	1
7 000,0	7 000	0,7	-0,2	0,1	7 001	0,8	0,7	1,0	2
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,3	10 001	0,7	0,8	1,1	2
15 000,0	15 000	0,8	-0,3	0,0	15 001	0,9	0,6	0,9	2
20 000,0	20 001	0,7	0,8	1,1	20 001	0,8	0,7	1,0	2
25 000,0	25 001	0,8	0,7	1,0	25 002	0,9	1,6	1,9	3
30 000,0	30 001	0,6	0,9	1,2	30 001	0,6	0,9	1,2	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,89 \times 10^{-5} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,45 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 9,21 \times 10^{-10} \times R^2}$$


R : Lectura de la balanza ΔL: 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.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-795-2023

Página 1 de 5

Expediente : 439-2023
Fecha de emisión : 2023-12-18

1. Solicitante : JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : JR. LOS DIAMANTES NRO. 365 URB. SANTA INES - TRUJILLO - LA LIBERTAD

2. Instrumento de medición : MEDIO ISOTERMO (HORNO)

Marca : PyS EQUIPOS
Modelo : STHX-2A
Número de Serie : 2020216
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : STHRNO

Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL
Alcance del Indicador : NO INDICA
Resolución del Indicador : 0,1 °C
Marca del Indicador : AUTCOMP
Modelo del Indicador : TCD
Serie del Indicador : NO INDICA

Tipo de indicador del selc. : DIGITAL
Alcance del Selector : NO INDICA
División de Escala : 0,1 °C
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Fecha de calibración : 2023-12-15

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

PJ. EL DEPORTE MZA. E LOTE. 14 C.P. CENTRO CIVICO - LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD



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-795-2023

Página 2 de 5

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	25,7	25,8
Humedad relativa (%hr)	65,0	64,0

6. Trazabilidad

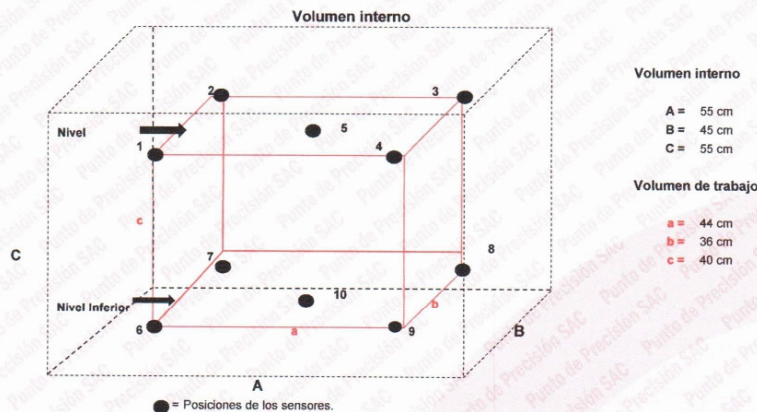
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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 colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistió en tazón de acero.
- Se seleccionó 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



Volumen interno

A = 55 cm
B = 45 cm
C = 55 cm

Volumen de trabajo

a = 44 cm
b = 36 cm
c = 40 cm

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: 6,5 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.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-795-2023

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	110,0	107,2	110,6	108,7	106,7	107,0	105,6	106,9	111,0	109,3	108,2	108,1	5,4
00:02	110,0	107,6	111,1	109,3	106,5	107,0	105,6	107,5	111,3	110,4	108,6	108,5	5,7
00:04	110,1	107,8	111,8	109,9	107,0	107,4	105,8	107,8	111,4	110,7	108,7	108,6	6,0
00:06	110,5	108,3	112,2	110,2	107,4	107,9	106,2	108,3	112,2	111,2	109,2	109,3	6,0
00:08	110,8	108,8	112,4	110,2	107,6	108,3	106,3	108,6	112,3	111,3	109,3	109,5	6,1
00:10	111,1	109,3	112,6	110,3	107,6	108,5	106,8	109,1	112,5	111,7	109,2	109,7	5,8
00:12	111,1	108,8	112,4	109,6	107,4	108,4	106,3	108,9	111,9	111,3	109,3	109,4	6,1
00:14	110,9	108,6	112,1	109,3	107,0	108,4	106,2	108,6	111,3	111,0	109,1	109,1	5,9
00:16	110,8	107,9	111,5	108,8	106,7	107,9	106,1	108,0	111,3	110,9	108,8	108,8	5,4
00:18	110,1	107,5	110,9	108,4	106,2	107,4	106,3	107,5	111,0	110,5	108,4	108,4	4,8
00:20	109,5	106,7	110,2	108,1	105,8	106,9	106,0	107,1	110,6	110,0	107,8	107,9	4,8
00:22	109,4	106,7	110,2	107,8	105,2	106,6	105,6	106,4	110,4	108,9	107,0	107,5	5,2
00:24	110,0	107,4	110,7	108,6	105,6	106,8	105,8	106,8	111,5	108,9	107,7	108,0	5,9
00:26	110,1	108,3	111,2	109,1	106,3	106,9	106,3	107,4	112,1	109,8	108,3	108,5	5,8
00:28	110,2	108,7	111,3	109,4	106,5	107,1	106,3	107,4	112,3	109,9	108,4	108,7	6,0
00:30	110,0	109,3	111,8	108,6	105,6	108,5	106,3	108,0	111,9	110,9	108,6	108,9	6,3
00:32	110,0	108,8	112,2	109,1	106,3	108,4	106,0	107,5	111,3	110,5	108,7	108,9	6,2
00:34	110,1	108,6	112,4	109,4	106,5	108,4	105,6	107,1	111,3	110,0	108,2	108,7	6,8
00:36	110,5	107,2	111,8	108,6	106,7	107,9	105,8	106,4	111,3	108,9	108,6	108,3	6,0
00:38	110,8	107,6	112,2	109,1	106,5	107,4	106,2	107,8	111,4	111,2	108,7	108,8	6,0
00:40	111,1	107,8	112,4	109,4	107,0	107,9	106,3	108,3	111,0	111,3	109,3	109,1	6,1
00:42	111,1	108,3	112,6	109,6	107,4	108,3	106,8	108,6	111,3	111,7	109,1	109,4	5,8
00:44	110,9	108,8	112,4	109,3	106,7	108,5	106,3	109,1	111,4	111,3	108,8	109,2	6,1
00:46	110,8	109,3	112,1	108,8	106,2	108,4	106,2	108,9	111,9	111,0	109,3	109,2	5,9
00:48	110,1	108,8	111,5	110,3	105,8	108,4	106,1	108,6	111,3	110,9	109,2	109,1	5,7
00:50	109,5	108,6	110,9	109,6	107,0	107,9	106,3	108,0	111,3	110,5	109,3	108,9	5,0
00:52	111,1	107,9	110,2	109,3	106,7	107,4	106,0	107,5	111,0	110,0	109,1	108,5	5,0
00:54	111,1	107,5	110,2	108,8	106,2	108,9	105,6	107,1	110,6	108,9	108,8	108,0	5,0
00:56	110,0	106,7	110,2	108,4	105,8	106,6	105,6	106,4	110,4	108,9	108,4	107,7	4,8
00:58	110,1	106,7	110,7	108,1	105,2	106,8	105,8	106,8	111,5	109,8	108,8	108,0	6,3
01:00	110,2	107,4	111,2	107,8	105,6	106,9	106,2	107,4	112,1	109,9	108,4	108,3	6,5

T. Promedio	108,0	111,5	109,1	106,4	107,6	106,0	107,7	111,4	110,4	108,7	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	109,3	112,6	110,3	107,6	108,5	106,8	109,1	112,5	111,7	109,3	
T. Mínimo	106,7	110,2	107,8	105,2	106,6	105,6	106,4	110,4	108,9	107,0	
DTT	2,6	2,4	2,5	2,4	1,9	1,2	2,7	2,1	2,9	2,3	108,7

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	112,6	0,2
Mínima temperatura registrada durante la calibración	105,2	0,2
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	2,9	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	5,5	0,1
Estabilidad (±)	1,45	0,04
Uniformidad	6,8	0,1



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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



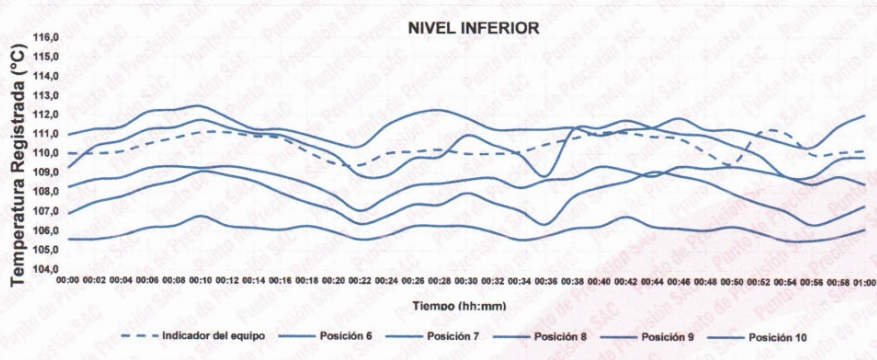
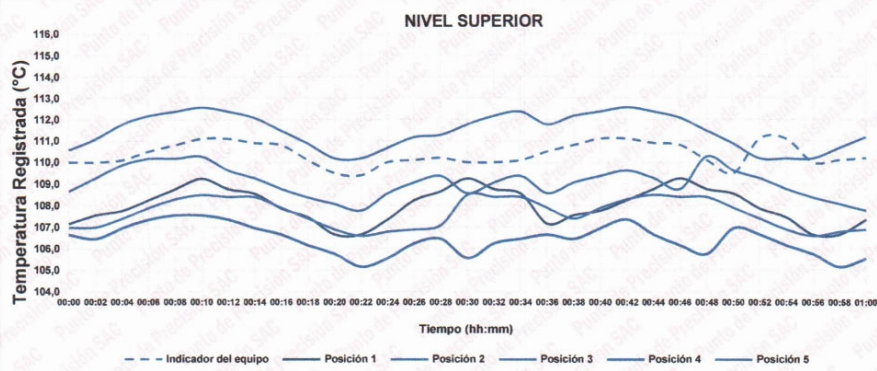
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.


LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-795-2023
Página 4 de 5

10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$




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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-795-2023

Página 5 de 5

Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
ΔT	: 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

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 08: Caracterización de los agregados – Laboratorio JVC



RUC: 20606092297

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

PROYECTO:

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
F’C=280KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS
SUBTILIS, TRUJILLO – 2023”**

SOLICITANTE:

**AREDO TELLO, KARINA ARACELLI
JUAREZ ACEVEDO, LIZETH ANALY**

**CANTERA LEKERSA
Arena Gruesa y Piedra Chancada ¾”**



UBICACIÓN:

TRUJILLO - LA LIBERTAD

20 DE SETIEMBRE DEL 2023

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 / MTC E 204

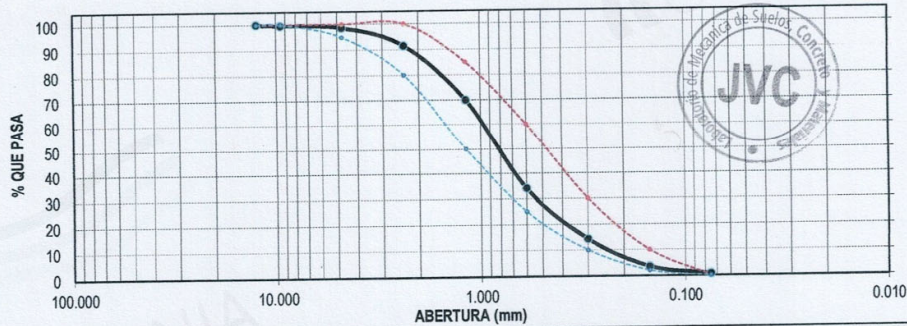
PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=280KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023
SOLICITANTE : AREDO TELLO, KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO, LIZETH ANALY
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA : CANTERA LEKERSA
MATERIAL : ARENA PROFUNDIDAD : ---- m COORDENADA UTM : E: ---- N: ----
PROGRESIVA : ----

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de inicial seco: : 2662.40 g
3/8"	9.500	11.30	0.42	0.42	99.58	100	Peso lavado seco : --- g
No4	4.750	25.50	0.96	1.38	98.62	95 - 100	Peso Material que pasa #200 : 16.80 g
8	2.360	188.70	7.09	8.47	91.53	80 - 100	TAMAÑO MAXIMO : 3/8"
16	1.180	576.30	21.65	30.12	69.88	50 - 85	MODULO DE FINEZA : 2.88
30	0.600	954.20	35.84	65.96	34.04	25 - 60	Observación :
50	0.300	524.60	19.70	85.66	14.34	10 - 30	
100	0.150	287.90	10.81	96.47	3.53	2 - 10	
200	0.075	77.10	2.90	99.37	0.63		
FONDO		16.80	0.63	100.00	0.00		
Total		2662.40	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
[Firma]
 In. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

[Firma]
 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP. 140574

ENSAYOS DE AGREGADOS HUMEDAD Y GRAVEDAD ESPECIFICA

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=280KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023
SOLICITANTE : AREDO TELLO, KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO, LIZETH ANALY
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	LEKERSA			
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD :	----	m	COORDENADA UTM : E: ---- N: ----
PROGRESIVA :	----				

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.185

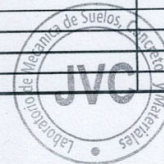
TARA		1	2	3
Peso tara	(g)	114.30	106.70	
Peso tara + Material húmedo	(g)	3575.60	3341.20	
Peso tara + Material seco	(g)	3569.20	3336.80	
Peso del agua	(g)	6.40	4.40	
Peso de material seco	(g)	3454.90	3230.10	
Humedad %		0.19%	0.14%	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS
(NORMA MTC E-205, NTP 400.022: AASHTO T-84)

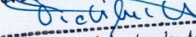
Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	(g)	500.00	500.00
Peso Frasco + agua	(g)	1247.30	1261.80
Peso Frasco + agua + A	(g)	1747.30	1761.80
Peso del Mat. + agua en el frasco	(g)	1558.30	1572.20
Vol de masa + vol de vacío	(g)	189.00	189.60
Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C)	(g)	496.10	496.30
Vol de masa	(g)	185.10	185.90
Pe bulk (Base seca)		2.625	2.618
Pe bulk (Base saturada)		2.646	2.637
Pe aparente (Base Seca)		2.680	2.670
Porcentaje de absorción		0.79%	0.75%

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.16%
Pe bulk (Base seca)	2.621
Pe bulk (Base saturada)	2.641
Pe aparente (Base Seca)	2.675
Porcentaje de absorción	0.77%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.


Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP. 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO FINO

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=280KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023
SOLICITANTE : AREDO TELLO, KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO, LIZETH ANALY
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	LEKERSA			
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD :	----	m	COORDENADA UTM : E: ---- N: ----
PROGRESIVA :	----				

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO
(ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)

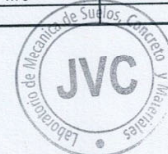
			Peso Molde :	2568.60 g
			Volumen Molde :	2849.990 cm3
Muestra		1	2	3
Peso de molde + muestra (g)		7025.00	7063.00	7044.00
Peso de molde (g)		2568.60	2568.60	2568.60
Peso de la muestra (g)		4456.40	4494.40	4475.40
Volumen (cm3)		2849.99	2849.99	2849.99
Peso unitario suelto (g/cm3)		1.56	1.58	1.57

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO
(ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)

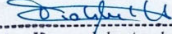
			Peso Molde :	2568.60 g
			Volumen Molde :	2849.990 cm3
Muestra		1	2	3
Peso de molde + muestra (g)		7459.00	7478.00	7492.00
Peso de molde (g)		2568.60	2568.60	2568.60
Peso de la muestra (g)		4890.40	4909.40	4923.40
Volumen (cm3)		2849.99	2849.99	2849.99
Peso unitario compactado (g/cm3)		1.72	1.72	1.73

PESO UNITARIO AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO	1.57 g/cm3	1570 Kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.72 g/cm3	1722 Kg/m3



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C


Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP. 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

ENSAYOS DE AGREGADOS: CONTENIDO DE HUMEDAD Y GAVEDAD ESPECIFICA

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=280KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023
SOLICITANTE : AREDO TELLO, KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO, LIZETH ANALY
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	LEKERSA			
MATERIAL :	PIEDRA	PROFUNDIDAD :	---- m	COORDENADA UTM :	E: ---- N: ----
PROGRESIVA :	----				

CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185

TARA		1	2	3
Peso tara (g)		98.30	104.50	
Peso tara + Material húmedo (g)		3845.10	3578.50	
Peso tara + Material seco (g)		3832.70	3565.20	
Peso del agua (g)		12.40	13.30	
Peso de material seco (g)		3734.40	3460.70	
Humedad %		0.33%	0.38%	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESO (NORMA MTC E-206, NTP 400.021: AASHTO T-85)

Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (g)		1753.20	1935.40
Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (g)		1108.60	1230.30
Vol. de masa + vol de vacios (g)		644.60	705.10
Peso material seco en estufa (105 °C) (g)		1738.00	1919.30
Vol de masa (g)		629.40	689.00
Pe bulk (Base seca)		2.696	2.722
Pe bulk (Base saturada)		2.720	2.745
Pe aparente (Base Seca)		2.761	2.786
Porcentaje de absorción		0.87%	0.84%

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.36%
Pe bulk (Base seca)	2.709
Pe bulk (Base saturada)	2.732
Pe aparente (Base Seca)	2.773
Porcentaje de absorción	0.86%



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP. 140574

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=280KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023
SOLICITANTE : AREDO TELLO, KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO, LIZETH ANALY
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	LEKERSA			
MATERIAL :	PIEDRA	PROFUNDIDAD :	---- m	COORDENADA UTM :	E: ---- N: ----
PROGRESIVA :	----				

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)

			Peso Molde :	5392.40 g
			Volumen Molde :	9500.645 cm ³
Muestra		1	2	3
Peso de molde + muestra (g)		18046.00	18113.00	18077.00
Peso de molde (g)		5392.40	5392.40	5392.40
Peso de la muestra (g)		12653.60	12720.60	12684.60
Volumen (cm ³)		9500.65	9500.65	9500.65
Peso unitario suelto (g/cm ³)		1.33	1.34	1.34

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)

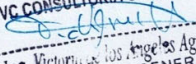
			Peso Molde :	5392.40 g
			Volumen Molde :	9500.645 cm ³
Muestra		1	2	3
Peso de molde + muestra (g)		19924.00	19961.00	19945.00
Peso de molde (g)		5392.40	5392.40	5392.40
Peso de la muestra (g)		14531.60	14568.60	14552.60
Volumen (cm ³)		9500.65	9500.65	9500.65
Peso unitario compactado (g/cm ³)		1.53	1.53	1.53

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO	1.34 g/cm ³	1335 Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.53 g/cm ³	1532 Kg/m ³




 Carlos Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP. 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL



RUC: 20606092297

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO

PROYECTO:

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
F’C=280KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS
SUBTILIS, TRUJILLO – 2023”**

SOLICITANTE:

**AREDO TELLO, KARINA ARACELLI
JUAREZ ACEVEDO, LIZETH ANALY**

RESISTENCIA DE DISEÑO:

280 KG/CM²



CANTERA LEKERSA

**Arena Gruesa y Piedra Chancada ¾”
Slump = 3” a 4”
Cemento Portland MS**

UBICACIÓN:

TRUJILLO - LA LIBERTAD

20 DE SETIEMBRE DEL 2023

**DISEÑO DE MEZCLAS
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI**

PROYECTO :	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=280KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023
SOLICITANTE :	AREDO TELLO, KARINA ARACELI - JUAREZ ACEVEDO, LIZETH ANALY
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	20 DE SETIEMBRE DEL 2023

RESISTENCIA DE DISEÑO 280 KG/CM² - CEMENTO PORTLAND TIPO MS

DATOS DE CANTERA

CANTERA AGREGADO FINO :	LEKERSA
CANTERA AGREGADO GRUESO :	LEKERSA



RESISTENCIA DESEADA	Fc =	280	kg/cm ²	
RESISTENCIA DE CALCULO	fcr =	367	kg/cm ²	E060 TABLA 5.3

II.) INFORMACION DE MATERIALES

A. AGREGADO GRUESO

01.- Peso Unitario compactado seco	1532.00	Kg/m ³
02.- Peso Unitario suelto seco	1335.00	Kg/m ³
03.- Peso específico de masa	2709.00	Kg/m ³
04.- Contenido de humedad	0.36	%
05.- Contenido de absorción	0.86	%
06.- Tamaño máximo nominal	3/4	pulg.

B. AGREGADO FINO

07.- Peso Unitario compactado seco	1722.00	Kg/m ³
08.- Peso Unitario suelto seco	1570.00	Kg/m ³
09.- Peso específico de masa	2621.00	Kg/m ³
10.- Contenido de humedad	0.16	%
11.- Contenido de absorción	0.77	%
12.- modulo de fineza	2.88	

C. CEMENTO

13.- Portland Tipo	MS
14.- Peso específico	3.12 Kg/m ³
15.- Peso volumetrico	1910 Kg/m ³

D. AGUA

16.- Norma	Potable
NTP 339.088	
17.- peso específico	1000 Kg/m ³

II.) DISEÑO

1.- SLUMP

Asentamiento	3 a 4	pulgadas
--------------	-------	----------

2.- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Maximo nominal	3/4	pulg.
Aire	2.0	%

3.- CONTENIDO DE AGUA

cantidad de agua	205	l/m ³
------------------	-----	------------------

6.- PESO DE AGREGADO GRUESO

Modulo de fineza agregado fino	2.88
Volumen de agregado grueso	0.61 m ³
Peso de agregado grueso	937.58 kg

4.- RELACION AGUA CEMENTO (Por Resistencia)

Resistencia de cálculo	367 kg/cm ²
Relación A/C	0.463

5.- CONTENIDO DE CEMENTO

Cantidad cemento	442.46 kg
Factor cemento	10.41 bolsas

7.- VOLUMEN DE AGREGADO FINO

Cemento	0.142 m ³
Agua	0.205 m ³
Aire	0.020 m ³
Agregado grueso	0.346 m ³
Volumen de agregado fino	0.287 m ³
Peso de agregado fino	752.46 kg

DISEÑO DE MEZCLAS
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

PROYECTO :	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=280KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023
SOLICITANTE :	AREDO TELLO, KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO, LIZETH ANALY
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	20 DE SETIEMBRE DEL 2023

8.- DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento	442.46 kg
Agregado fino	752.46 kg
Agregado grueso	937.58 kg
Agua	205 L

9.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Agregado fino	753.660 kg
Agregado grueso	940.959 kg

10.- APORTE DE AGUA A LA MEZCLA

Agregado fino	-4.590 L
Agregado grueso	-4.688 L

Agua en agregados	-9.278 L
-------------------	----------

11.- AGUA EFECTIVA

Cantidad de agua	214.278 L
------------------	-----------

III.) DOSIFICACIÓN DE MEZCLA

12.- DOSIFICACIÓN EN PESO

Cemento	442.46 kg
Agregado fino	753.66 kg
Agregado grueso	940.96 kg
Agua	214.28 L

EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
1	1.70	2.13	20.58

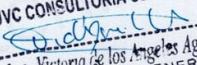
13.- DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

Cemento	10.41 bls
Agregado fino	0.480 m ³
Agregado grueso	0.705 m ³
Agua	0.214 m ³


POR PIE³

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
1	1.63	2.40	0.92

14.- RELACION A/C DE OBRA **0.48**

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.


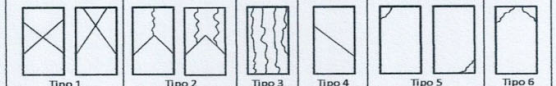
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP. 140574

Anexo 10: Resultado de roturas



RUC: 20606092297

CERTIFICADO DE COMPRESIÓN NTP 339.034															
OBRA		ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC = 280 KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023.													
SOLICITANTE		AREDO TELLO KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY													
UBICACIÓN		DISTRITO TRUJILLO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD													
EMISIÓN DE INFORME		6 DE NOVIEMBRE DEL 2023													
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO															
PROBETA DE CONCRETO		Resist. diseño Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Sección cm ²	Resistencia f _c Kg/cm ²	%	Tipo de falla
N°	Elemento		Elaboración	Rotura						KN	Kgs.				
01	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	30/09/2023	07/10/2023	7	15.20	30.00	2	0.999	426.43	43483.07	181.46	239.39	85	5
02	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	30/09/2023	07/10/2023	7	15.20	29.50	2	0.999	418.18	42641.81	181.46	234.76	84	5
03	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	30/09/2023	07/10/2023	7	15.20	29.50	2	0.999	424.93	43330.11	181.46	238.55	85	5
04	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	30/09/2023	14/10/2023	14	14.80	30.00	2	0.999	474.04	48337.86	172.03	280.70	100	3
05	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	30/09/2023	14/10/2023	14	14.80	30.00	2	0.999	468.12	47734.20	172.03	277.19	99	3
06	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	30/09/2023	14/10/2023	14	14.70	30.00	2	0.999	480.23	48969.05	169.72	288.25	103	3
07	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	28/09/2023	26/10/2023	28	15.30	30.00	2	0.999	630.12	64253.34	183.85	349.13	125	5
08	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	28/09/2023	26/10/2023	28	15.30	30.00	2	0.999	651.05	66387.57	183.85	360.73	129	5
09	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	28/09/2023	26/10/2023	28	15.30	30.00	2	0.999	643.20	65587.10	183.85	356.38	127	5
Observaciones :		Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno (Dureza Shore A = 60) en la parte superior e inferior. Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la compresión.													
DATOS DE MAQUINA DE ROTURA															
MARCA: PYS EQUIPOS. (N° SERIE: 2002021) CAPACIDAD: 100 000 Kg. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP - 917-2022 (15-12-2022) LABORATORIO PUNTO DE PRECISION SAC															

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Inge. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP. 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

CERTIFICADO DE COMPRESIÓN
NTP 339.034

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC = 280 KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS - TRUJILLO - 2023.
SOLICITANTE : AREDO TELLO KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY
UBICACIÓN : DISTRITO TRUJILLO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
EMISIÓN DE INFORME : 6 DE NOVIEMBRE DEL 2023



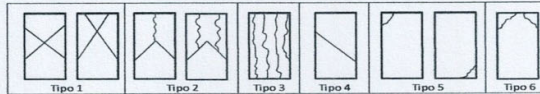
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Nº	PROBETA DE CONCRETO Elemento	Resist. diseño Kg/cm2	Fecha de Rotura		Edad (días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Sección cm2	Resistencia Fc Kg/cm2	%	Tipo de falla
			Elaboración	Rotura						KN	Kgs.				
01	CONCRETO PATRON + 3% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	4/10/2023	11/10/2023	7	15.00	30.00	2	0.999	422.44	43076.21	176.71	243.52	87	5
02	CONCRETO PATRON + 3% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	4/10/2023	11/10/2023	7	15.10	29.50	2	0.999	431.10	43959.27	179.08	245.23	88	5
03	CONCRETO PATRON + 3% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	4/10/2023	11/10/2023	7	15.10	29.50	2	0.999	429.13	43758.39	179.08	244.11	87	2
04	CONCRETO PATRON + 3% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	4/10/2023	18/10/2023	14	15.20	30.00	2	0.999	519.84	53008.08	181.46	291.83	104	2
05	CONCRETO PATRON + 3% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	4/10/2023	18/10/2023	14	15.20	30.00	2	0.999	515.76	52592.05	181.46	289.54	103	2
06	CONCRETO PATRON + 3% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	4/10/2023	18/10/2023	14	15.20	30.00	2	0.999	516.91	52709.31	181.46	290.19	104	2
07	CONCRETO PATRON + 3% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	4/10/2023	01/11/2023	28	15.10	30.00	2	0.999	625.10	63741.45	179.08	355.59	127	2
08	CONCRETO PATRON + 3% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	4/10/2023	01/11/2023	28	15.10	30.00	2	0.999	627.85	64021.86	179.08	357.15	128	2
09	CONCRETO PATRON + 3% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	4/10/2023	01/11/2023	28	15.10	30.00	2	0.999	623.98	63627.24	179.08	354.95	127	2

Observaciones : Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno (Dureza Shore A = 60) en la parte superior e inferior.
Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la compresión.

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA

MARCA: PYS EQUIPOS. (N° SERIE: 2002021)
CAPACIDAD: 100 000 kgf.
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP - 917-2022 (15-12-2022)
LABORATORIO PUNTO DE PRECISION SAC



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

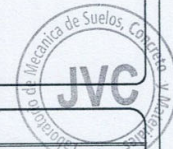
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP. 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

CERTIFICADO DE COMPRESIÓN
NTP 339.034

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC = 280 KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023.
SOLICITANTE : AREDO TELLO KARINA ARACELI - JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY
UBICACIÓN : DISTRITO TRUJILLO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
EMISIÓN DE INFORME : 6 DE NOVIEMBRE DEL 2023



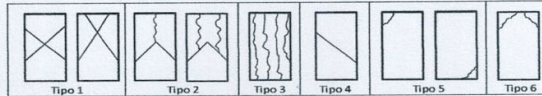
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

N°	Elemento	Resist. diseño Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Sección cm ²	Resistencia fc Kg/cm ²	%	Tipo de falla
			Elaboración	Rotura						KN	Kgs.				
01	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm ²	3/10/2023	10/10/2023	7	15.20	30.00	2	0.999	440.44	44911.67	181.46	247.26	88	2
02	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm ²	3/10/2023	10/10/2023	7	15.20	29.50	2	0.999	437.13	44574.15	181.46	245.40	88	5
03	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm ²	3/10/2023	10/10/2023	7	15.20	29.50	2	0.999	442.70	45142.12	181.46	248.53	89	5
04	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm ²	3/10/2023	17/10/2023	14	15.20	30.00	2	0.999	532.85	54334.71	181.46	299.13	107	5
05	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm ²	3/10/2023	17/10/2023	14	15.10	30.00	2	0.999	504.80	51474.46	179.08	287.15	103	3
06	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm ²	3/10/2023	17/10/2023	14	15.10	30.00	2	0.999	518.31	52852.07	179.08	294.84	105	3
07	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm ²	3/10/2023	31/10/2023	28	15.00	30.00	2	0.999	633.18	64565.36	176.71	365.00	130	2
08	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm ²	3/10/2023	31/10/2023	28	15.00	30.00	2	0.999	628.70	64108.54	176.71	362.42	129	2
09	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm ²	3/10/2023	31/10/2023	28	15.00	30.00	2	0.999	630.14	64255.38	176.71	363.25	130	2

Observaciones : Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno (Dureza Shore A = 60) en la parte superior e inferior.
 Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la compresión.

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA

MARCA: PYS EQUIPOS. (N° SERIE: 2002021)
 CAPACIDAD: 100 000 Kgf
 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP - 917-2022 (15-12-2022)
 LABORATORIO PUNTO DE PRECISION SAC

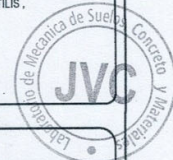


JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP. 140574

CERTIFICADO DE COMPRESIÓN
NTP 339.034

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC = 280 KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023.
SOLICITANTE : AREDO TELLO KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY
UBICACIÓN : DISTRITO TRUJILLO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
EMISIÓN DE INFORME : 6 DE NOVIEMBRE DEL 2023

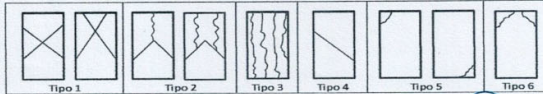


ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Nº	PROBETA DE CONCRETO Elemento	Resist. diseño Kg/cm2	Fecha de Rotura		Edad (días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Sección cm2	Resistencia Fc Kg/cm2	%	Tipo de falla
			Elaboración	Rotura						KN	Kgs.				
01	CONCRETO PATRON + 9% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	30/09/2023	07/10/2023	7	14.90	30.00	2	0.999	507.16	51715.11	174.37	296.29	106	2
02	CONCRETO PATRON + 9% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	30/09/2023	07/10/2023	7	15.20	29.50	2	0.999	501.70	51158.35	181.46	281.65	101	2
03	CONCRETO PATRON + 9% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	30/09/2023	07/10/2023	7	15.10	29.50	2	0.999	510.03	52007.76	179.08	290.13	104	2
04	CONCRETO PATRON + 9% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	30/09/2023	14/10/2023	14	15.20	30.00	2	0.999	562.89	57397.89	181.46	316.00	113	2
05	CONCRETO PATRON + 9% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	30/09/2023	14/10/2023	14	15.10	30.00	2	0.999	524.33	53465.93	179.08	298.26	107	2
06	CONCRETO PATRON + 9% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	30/09/2023	14/10/2023	14	15.20	30.00	2	0.999	536.12	54668.16	181.46	300.97	107	2
07	CONCRETO PATRON + 9% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	3/10/2023	31/10/2023	28	15.00	30.00	2	0.999	652.13	66497.70	176.71	375.92	134	2
08	CONCRETO PATRON + 9% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	3/10/2023	31/10/2023	28	15.00	30.00	2	0.999	657.10	67012.64	176.71	378.83	135	2
09	CONCRETO PATRON + 9% BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	3/10/2023	31/10/2023	28	15.00	30.00	2	0.999	668.90	68207.73	176.71	385.59	138	2

Observaciones: Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno (Dureza Shore A = 60) en la parte superior e inferior.
 Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la compresión.

DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
 MARCA: PYS EQUIPOS, (N° SERIE: 2002021)
 CAPACIDAD: 100 000 Kg.
 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP - 917-2022 (15-12-2022)
 LABORATORIO PUNTO DE PRECISION SAC



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP. 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / MTC E 709

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC = 280 KG/CM² CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023.
SOLICITANTE : AREDO TELLO KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY
UBICACIÓN : DISTRITO TRUJILLO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
EMISIÓN DE INFORME : 6 DE NOVIEMBRE DEL 2023



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PROBETAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO

Nº	Elemento	Diseño R. Compresión Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Longitud cm	Ancho cm	Altura cm	Luz libre entre apoyos cm	Carga			Resistencia Mr Kg/cm ²
			Elaboración	Rotura						KN	Kgs.	Lbs.	
01	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	06/10/2023	13/10/2023	7	51.00	15.00	15.00	45.00	29.04	2961.21	6528.35	39.48
02	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	06/10/2023	13/10/2023	7	51.00	15.10	15.10	45.00	31.10	3171.27	6991.45	41.45
03	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	06/10/2023	13/10/2023	7	51.00	15.10	15.10	45.00	30.00	3058.10	6744.16	39.98
04	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	26/09/2023	10/10/2023	14	51.00	15.10	15.10	45.00	37.66	3840.19	8466.17	50.19
05	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	26/09/2023	10/10/2023	14	50.90	15.00	15.10	45.00	36.90	3762.69	8295.32	49.51
06	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	26/09/2023	10/10/2023	14	51.00	15.20	15.20	45.00	38.10	3885.06	8565.08	49.78
07	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	26/09/2023	24/10/2023	28	51.00	15.00	15.00	45.00	37.29	3802.46	8382.99	50.70
08	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	26/09/2023	24/10/2023	28	51.00	15.00	15.00	45.00	38.73	3949.30	8706.71	52.66
09	CONCRETO PATRON	280 Kg/cm ²	26/09/2023	24/10/2023	28	51.00	15.00	15.00	45.00	38.18	3893.21	8583.07	51.91

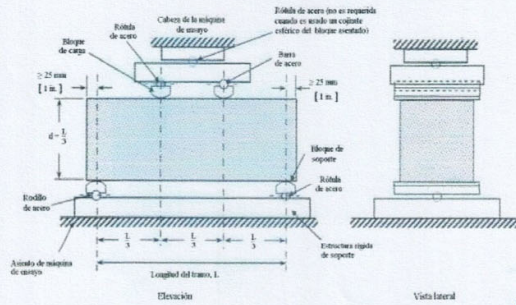
Observaciones : Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la flexión.
El laboratorio no participó en la elaboración, ni en el curado de los especímenes de ensayo.

Cálculo el modulo de rotura:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

En donde:

- Mr : es el módulo de rotura, en Kg/cm².
 - P : Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en Kg
 - L : Es la luz libre entre apoyos, en mm
 - b : Es el ancho promedio de la viga, en cm
 - h : Es la altura promedio de la viga, en cm.
- NOTA 2: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados



DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
MARCA: PYS EQUIPOS. (N° SERIE: 2002021)
CAPACIDAD: 100 000 Kg.
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP - 917 - 2022 (15-12-2022)
LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP. 140574

CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / MTC E 709

OBRA: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC = 280 KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023.
SOLICITANTE: AREDO TELLO KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY
UBICACIÓN: DISTRITO TRUJILLO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
EMISIÓN DE INFORME: 6 DE NOVIEMBRE DEL 2023



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PROBETAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO

PROBETA PRISMÁTICA	Diseño R.	Fecha de Rotura		Edad (días)	Longitud cm	Ancho cm	Altura cm	Luz libre entre apoyos cm	Carga			Resistencia Mr Kg/cm2	
		Compresión Kg/cm2	Elaboración						Rotura	KN	Kgs.		Lbs.
01	CONCRETO PATRON + 3 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	16/10/2023	7	51,00	15,10	15,10	45,00	29,66	3024,43	6667,73	39,53
02	CONCRETO PATRON + 3 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	16/10/2023	7	51,00	15,00	15,10	45,00	28,06	2861,28	6308,04	37,65
03	CONCRETO PATRON + 3 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	16/10/2023	7	51,00	15,00	15,00	45,00	30,13	3072,36	6773,39	40,96
04	CONCRETO PATRON + 3 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	23/10/2023	14	51,00	15,00	15,00	45,00	34,83	3551,62	7829,97	47,35
05	CONCRETO PATRON + 3 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	23/10/2023	14	51,00	15,10	15,00	45,00	33,45	3410,90	7519,74	45,18
06	CONCRETO PATRON + 3 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	23/10/2023	14	51,00	15,00	15,00	45,00	34,06	3473,10	7656,87	46,31
07	CONCRETO PATRON + 3 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	05/10/2023	02/11/2023	28	51,00	15,00	15,00	45,00	43,18	4403,06	9707,10	58,71
08	CONCRETO PATRON + 3 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	05/10/2023	02/11/2023	28	51,00	15,00	15,00	45,00	38,04	3878,94	8551,60	51,72
09	CONCRETO PATRON + 3 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	05/10/2023	02/11/2023	28	51,00	15,00	15,00	45,00	40,12	4081,04	9019,19	54,55

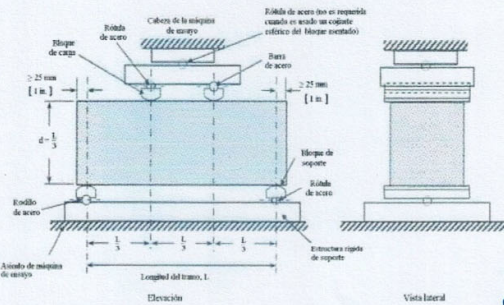
Observaciones: Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la flexión.
 El laboratorio no participó en la elaboración, ni en el curado de los especímenes de ensayo.

Cálculo el modulo de rotura:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

En donde:

- Mr: es el módulo de rotura, en Kg/cm².
 - P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en Kg.
 - L: Es la luz libre entre apoyos, en mm
 - b: Es el ancho promedio de la viga, en cm
 - h: Es la altura promedio de la viga, en cm.
- NOTA 2: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados



DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
 MARCA: PYS EQUIPOS, (N° SERIE: 2002021)
 CAPACIDAD: 100 000 Kg.
 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP - 917 - 2022 (15-12-2022)
 LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C

Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP. 140574

CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / MTC E 709

OBRA: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC = 280 KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023.
SOLICITANTE: AREDO TELLO KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY
UBICACIÓN: DISTRITO TRUJILLO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
EMISIÓN DE INFORME: 6 DE NOVIEMBRE DEL 2023



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PROBETAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO

Nº	PROBETA PRISMÁTICA Elemento	Diseño R. Compresión Kg/cm2	Fecha de Rotura		Edad (días)	Longitud cm	Ancho cm	Altura cm	Luz libre entre apoyos cm	Carga			Resistencia Mr Kg/cm2
			Elaboración	Rotura						KN	Kgs.	Lbs.	
01	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	16/10/2023	7	51.00	15.00	15.00	45.00	34.96	3564.87	7859.20	47.53
02	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	16/10/2023	7	51.00	15.00	15.00	45.00	29.81	3039.73	6701.45	40.53
03	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	16/10/2023	7	51.00	15.10	15.20	45.00	32.40	3303.83	7283.68	42.62
04	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	23/10/2023	14	51.00	15.00	15.24	45.00	33.85	3451.68	7609.66	44.58
05	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	23/10/2023	14	51.00	15.00	15.24	45.00	32.94	3358.89	7405.09	43.39
06	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	23/10/2023	14	51.00	15.00	15.24	45.00	33.70	3436.39	7575.94	44.39
07	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	06/11/2023	28	51.00	15.00	15.10	45.00	44.14	4500.96	9922.91	59.22
08	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	06/11/2023	28	51.00	15.00	15.10	45.00	39.89	4067.58	8967.49	53.52
09	CONCRETO PATRON + 6 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	06/11/2023	28	51.00	15.00	15.10	45.00	46.10	4700.82	10363.53	61.85

Observaciones: Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la flexión.
 El laboratorio no participó en la elaboración, ni en el curado de los especímenes de ensayo.

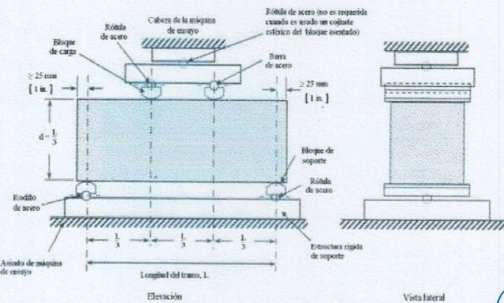
Cálculo el modulo de rotura:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

En donde:

Mr: es el módulo de rotura, en Kgcm².
 P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en Kg.
 L: Es la luz libre entre apoyos, en mm.
 b: Es el ancho promedio de la viga, en cm.
 h: Es la altura promedio de la viga, en cm.
 NOTA 2: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados.

DATOS DE MÁQUINA DE ROTURA
 MARCA: PYS EQUIPOS. (N° SERIE: 2002021)
 CAPACIDAD: 100 000 Kgf.
 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP - 917 2022 (15-12-2022)
 LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C

Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP. 140574

CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / MTC E 709

OBRA : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC = 280 KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS, TRUJILLO - 2023.
SOLICITANTE : AREDO TELLO KARINA ARACELLI - JUAREZ ACEVEDO LIZETH ANALY
UBICACIÓN : DISTRITO TRUJILLO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
EMISIÓN DE INFORME : 6 DE NOVIEMBRE DEL 2023



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PROBETAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO

PROBETA PRISMÁTICA	Diseño R.	Fecha de Rotura	Edad	Longitud	Ancho	Altura	Luz libre	Carga			Resistencia Mr		
								CompresiónK g/cm2	Elaboración	Rotura		(días)	cm
01	CONCRETO PATRON + 9 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	16/10/2023	7	50.84	15.24	15.24	45.00	33.71	3437.41	7578.19	43.70
02	CONCRETO PATRON + 9 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	16/10/2023	7	50.84	15.24	15.24	45.00	32.24	3287.51	7247.73	41.80
03	CONCRETO PATRON + 9 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	16/10/2023	7	50.84	15.24	15.24	45.00	33.08	3373.17	7436.56	42.88
04	CONCRETO PATRON + 9 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	23/10/2023	14	50.84	15.20	15.24	45.00	35.37	3606.68	7951.37	45.97
05	CONCRETO PATRON + 9 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	23/10/2023	14	50.84	15.20	15.24	45.00	34.12	3479.22	7670.36	44.35
06	CONCRETO PATRON + 9 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	09/10/2023	23/10/2023	14	50.84	15.20	15.24	45.00	34.72	3540.40	7805.24	45.13
07	CONCRETO PATRON + 9 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	06/10/2023	03/11/2023	28	51.00	15.10	15.10	45.00	38.55	3930.94	8666.25	51.38
08	CONCRETO PATRON + 9 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	06/10/2023	03/11/2023	28	51.00	15.10	15.10	45.00	37.70	3844.27	8475.16	50.25
09	CONCRETO PATRON + 9 % BACTERIA B.S	280 Kg/cm2	06/10/2023	03/11/2023	28	51.00	15.10	15.10	45.00	35.64	3634.21	8012.06	47.50

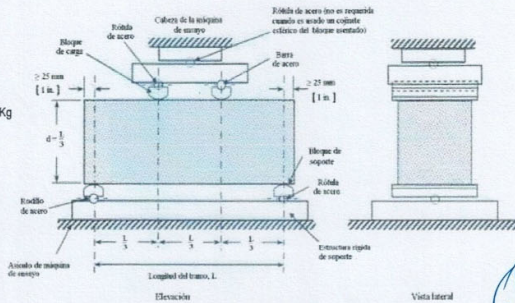
Observaciones : Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la flexión.
El laboratorio no participó en la elaboración, ni en el curado de los especímenes de ensayo.

Cálculo el módulo de rotura:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

En donde:

Mr : es el módulo de rotura, en Kg/cm².
P : Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en Kg
L : Es la luz libre entre apoyos, en mm
b : Es el ancho promedio de la viga, en cm.
h : Es la altura promedio de la viga, en cm.
NOTA 2: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados



DATOS DE MAQUINA DE ROTURA
MARCA: PYS EQUIPOS, (N° SERIE: 2002021)
CAPACIDAD: 100 000 Kg.
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LFP- 917 - 2022 (15-12-2022)
LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléfono: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP. 140574

Anexo 11. Análisis de Varianza ANOVA

ANEXO 11: ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- Resistencia a la Compresión del concreto $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023.

Tabla AE-1. Resumen de los datos de resistencia a la compresión a porcentajes de 0, 3, 6, 9% de incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis y tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

FACTOR B: Tiempo (días)	FACTOR A: Porcentaje de Bacteria (%)	Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)		
b1: 7	a ₁ :0	239.39	234.76	238.55
	a ₂ :3	243.52	245.23	244.11
	a ₃ :6	247.26	245.4	248.53
	a ₄ :9	296.29	281.65	290.13
b2: 14	a ₁ :0	280.7	277.19	288.25
	a ₂ :3	291.83	289.54	290.19
	a ₃ :6	299.13	287.15	294.84
	a ₄ :9	316	298.26	300.97
b3: 28	a ₁ :0	349.13	360.73	356.38
	a ₂ :3	355.59	357.15	354.95
	a ₃ :6	365	362.42	363.25
	a ₄ :9	375.92	378.83	385.59

Tabla AE-2. Cuadro resumen de datos de la tabla de análisis de varianza

Factor de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F ₀
A	a-1	SS _A	$MS_A = SS_A / (a-1)$	$F_0 = MS_A / MS_E$
B	b-1	SS _B	$MS_B = SS_B / (b-1)$	$F_0 = MS_B / MS_E$
AB	(a-1)(b-1)	SS _{AB}	$MS_{AB} = SS_{AB} / (a-1)(b-1)$	$F_0 = MS_{AB} / MS_E$
Error	ab(n-1)	SS _E	$MS_E = SS_E / ab(n-1)$	
Total	abn-1	SS _T		

- Grados de libertad
 - a (número de niveles) = 4
 - b (número de niveles) = 3
 - n (número de réplicas) = 3

Tabla AE-3. Grados de libertad de las variables y del error

Grados de Libertad					
Variable independiente			Error		
A	B	A X B	A	B	A X B
a - 1	b - 1	(a - 1) (b - 1)	a (n - 1)	b (n - 1)	a x b (n - 1)
4-1	3-1	(4 - 1) (3 - 1)	4(3 - 1)	3 (3 - 1)	4 x 3 (3 - 1)
3	2	6	8	6	24

- Nivel de significancia

Se trabaja con un nivel de confianza al 95% ($\alpha = 0.05$)

➤ **Suma de cuadrados**

- a) Cálculo para la suma de cuadrados del factor A

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{b \times n} - \frac{Y_T^2}{a \times b \times n}$$

$$SS_A = \frac{(2625.08)^2 + (2672.11)^2 + (2712.98)^2 + (2923.64)^2}{3 \times 3} - \frac{(1093.81)^2}{4 \times 3 \times 3}$$

$$SS_A = 5788.657$$

- b) Cálculo de la suma de cuadrados para el factor B

$$SS_B = \sum_{j=1}^b \frac{Y_j^2}{a \times n} - \frac{Y_T^2}{a \times b \times n}$$

$$SS_B = \frac{(3054.82)^2 + (3514.05)^2 + (4364.94)^2}{4 \times 3} - \frac{(1093.84)^2}{4 \times 3 \times 3}$$

$$SS_B = 73647.789$$

c) Cálculo de la suma de cuadrados subtotales

$$SS_{SUBTOTAL} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n \frac{Y_{ij}^2}{n} - \frac{Y_T^2}{a \times b \times n}$$

$$SS_{SUBTOTAL} = \frac{(712.7)^2 + (732.86)^2 + (741.19)^2 + \dots + (1140.34)^2}{3}$$

$$- \frac{(1093.84)^2}{4 \times 3 \times 3}$$

$$SS_{SUBTOTAL} = 80645.765$$

d) Cálculo de la suma de cuadrados de la interacción de factores (A x B)

$$SS_{AXB} = SS_{SUBTOTAL} - SS_A - SS_B$$

$$SS_{AXB} = 80645.765 - 5788.657 - 73647.789$$

$$SS_{AXB} = 1209.32$$

e) Cálculo de la suma de cuadrados totales

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{Y_T^2}{a \times b \times c}$$

$$SS_T = 3402002.77 - \frac{(1093.84)^2}{4 \times 3 \times 3}$$

$$SS_T = 81219.404$$

f) Cálculo de la suma de cuadrados del error

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AXB}$$

$$SS_E = 573.638$$

➤ **Media de cuadrados**

a) Cálculo de la media de los cuadrados del factor A

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{5788.657}{4 - 1}$$

$$MS_A = 1929.552$$

b) Cálculo de la media de los cuadrados del factor B

$$MS_B = \frac{SS_B}{b - 1}$$

$$MS_B = \frac{73647.789}{3 - 1}$$

$$MS_B = 36823.894$$

c) Cálculo de la media de los cuadrados de la interacción de factores (A x B)

$$MS_{AXB} = \frac{SS_{AXB}}{(a - 1)(b - 1)}$$

$$MS_{AXB} = \frac{1209.320}{(4 - 1)(3 - 1)}$$

$$MS_{AXB} = 0.818$$

d) Cálculo de la media de los cuadrados del error

$$MS_E = \frac{SS_E}{(ab)(n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{573.638}{(4 * 3)(3 - 1)}$$

$$MS_E = 0.016$$

➤ **F₀ experimental**

Cálculo del F₀(A), F₀(B) y F₀(A x B)

$$F_0(A) = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0(A) = \frac{1929.552}{23.902}$$

$$F_0(A) = 80.73$$

$$F_0(B) = \frac{MS_B}{MS_E}$$

$$F_0(B) = \frac{36823.894}{23.902}$$

$$F_0(B) = 1540.65$$

$$F_0(A \times B) = \frac{MS_{AXB}}{MS_E}$$

$$F_0(A \times B) = \frac{201.553}{23.902}$$

$$F_0(A \times B) = 8.43$$

Tabla 4. Datos del análisis de varianza de los resultados experimentales de resistencia a la compresión del concreto f'c=280Kg/cm² con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F ₀ (Observado)		F _(α,v1,v2)
A	3	5788.657	1929.552	80.73	>	3.009
B	2	73647.789	36823.894	1540.646	>	3.403
AXB	6	1209.320	201.553	8.43	>	2.508
Error	24	573.638	23.902			

Se puede observar en la Tabla 4, que los F₀ experimental es mucho mayor que el F_(α,v1,v2), por lo tanto se confirma que el porcentaje de bacteria influye significativamente en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto f'c=280Kg/cm² con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023

- Grados de libertad
 - a (número de niveles) = 4
 - b (número de niveles) = 3
 - n (número de réplicas) = 3

Tabla AE-7. Grados de libertad de las variables y del error

Grados de Libertad					
Variable independiente			Error		
A	B	A X B	A	B	A X B
a - 1	b - 1	(a - 1) (b - 1)	a (n - 1)	b (n - 1)	a x b (n - 1)
4-1	3-1	(4 - 1) (3 - 1)	4(3 - 1)	3 (3 - 1)	4 x 3 (3 - 1)
3	2	6	8	6	24

- Nivel de significancia

Se trabaja con un nivel de confianza al 95% ($\alpha = 0.05$)

➤ Suma de cuadrados

a) Cálculo para la suma de cuadrados del factor A

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{b \times n} - \frac{Y_T^2}{a \times b \times n}$$

$$SS_A = \frac{(425.66)^2 + (421.96)^2 + (437.63)^2 + (412.96)^2}{3 \times 3} - \frac{(80108.811)^2}{4 \times 3 \times 3}$$

$$SS_A = 34.817$$

b) Cálculo de la suma de cuadrados para el factor B

$$SS_B = \sum_{j=1}^b \frac{Y_j^2}{a \times n} - \frac{Y_T^2}{a \times b \times n}$$

$$SS_B = \frac{(498.11)^2 + (556.13)^2 + (643.97)^2}{4 \times 3} - \frac{(80108.811)^2}{4 \times 3 \times 3}$$

$$SS_B = 898.815$$

c) Cálculo de la suma de cuadrados subtotales

$$SS_{SUBTOTAL} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n \frac{Y_{ij}^2}{n} - \frac{Y_T^2}{a \times b \times n}$$

$$SS_{SUBTOTAL} = \frac{(120.91)^2 + (118.14)^2 + (130.68)^2 + \dots + (149.13)^2}{3}$$

$$- \frac{(80108.811)^2}{4 \times 3 \times 3}$$

$$SS_{SUBTOTAL} = 1114.609$$

d) Cálculo de la suma de cuadrados de la interacción de factores (A x B)

$$SS_{AXB} = SS_{SUBTOTAL} - SS_A - SS_B$$

$$SS_{AXB} = 1114.609 - 34.817 - 1114.609$$

$$SS_{AXB} = 180.977$$

e) Cálculo de la suma de cuadrados totales

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{Y_T^2}{a \times b \times c}$$

$$SS_T = 81334.30 - \frac{(80108.811)^2}{4 \times 3 \times 3}$$

$$SS_T = 1225.491$$

f) Cálculo de la suma de cuadrados del error

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AXB}$$

$$SS_E = 110.882$$

➤ **F₀ experimental**

Cálculo del F₀ (A), F₀ (B) y F₀ (A x B)

$$F_0(A) = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0(A) = \frac{11.606}{4.620}$$

$$F_0(A) = 2.51$$

$$F_0(B) = \frac{MS_B}{MS_E}$$

$$F_0(B) = \frac{449.407}{4.620}$$

$$F_0(B) = 97.27$$

$$F_0(A \times B) = \frac{MS_{AXB}}{MS_E}$$

$$F_0(A \times B) = \frac{30.613}{4.620}$$

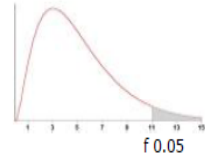
$$F_0(A \times B) = 6.53$$

Tabla 8. Datos del análisis de varianza de los resultados experimentales de resistencia a la flexión del concreto f'c=280Kg/cm² con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F ₀ (Observado)		F _(α,v1,v2)
A	3	34.817	11.606	2.51	<	3.009
B	2	898.815	449.407	97.273	>	3.403
AXB	6	180.977	30.163	6.53	>	2.508
Error	24	110.882	4.620			

Se puede observar en la Tabla 8, que los F₀ experimental es menor que el F_(α,v1,v2), por lo tanto se afirma que el porcentaje de bacteria no influye significativamente en la mejora de la resistencia a la flexión del concreto f'c=280Kg/cm² con incorporación de la bacteria Bacillus Subtilis, Trujillo – 2023.

Tabla D.9: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN F (0,05)



área a la derecha del valor crítico = 0,05

g.d.l	Grados de libertad del Numerador															g.d.l
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,0	243,9	244,7	245,4	245,9	1
2	18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,330	19,353	19,371	19,385	19,396	19,405	19,413	19,419	19,424	19,429	2
3	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,763	8,745	8,729	8,715	8,703	3
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,936	5,912	5,891	5,873	5,858	4
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735	4,704	4,678	4,655	4,636	4,619	5
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,027	4,000	3,976	3,956	3,938	6
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,603	3,575	3,550	3,529	3,511	7
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581	3,500	3,438	3,388	3,347	3,313	3,284	3,259	3,237	3,218	8
9	5,117	4,256	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	3,102	3,073	3,048	3,025	3,006	9
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	3,020	2,978	2,943	2,913	2,887	2,865	2,845	10
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854	2,818	2,788	2,761	2,739	2,719	11
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753	2,717	2,687	2,660	2,637	2,617	12
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671	2,635	2,604	2,577	2,554	2,533	13
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602	2,565	2,534	2,507	2,484	2,463	14
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641	2,588	2,544	2,507	2,475	2,448	2,424	2,403	15
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494	2,456	2,425	2,397	2,373	2,352	16
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450	2,413	2,381	2,353	2,329	2,308	17
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,456	2,412	2,374	2,342	2,314	2,290	2,269	18
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477	2,423	2,378	2,340	2,308	2,280	2,256	2,234	19
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348	2,310	2,278	2,250	2,225	2,203	20
21	4,325	3,467	3,072	2,840	2,685	2,573	2,488	2,420	2,366	2,321	2,283	2,250	2,222	2,197	2,176	21
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397	2,342	2,297	2,259	2,226	2,198	2,173	2,151	22
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375	2,320	2,275	2,236	2,204	2,175	2,150	2,128	23
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,621	2,508	2,423	2,355	2,300	2,255	2,216	2,183	2,155	2,130	2,108	24
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337	2,282	2,236	2,198	2,165	2,136	2,111	2,089	25
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321	2,265	2,220	2,181	2,148	2,119	2,094	2,072	26
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305	2,250	2,204	2,166	2,132	2,103	2,078	2,056	27
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291	2,236	2,190	2,151	2,118	2,089	2,064	2,041	28
29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278	2,223	2,177	2,138	2,104	2,075	2,050	2,027	29
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165	2,126	2,092	2,063	2,037	2,015	30
31	4,160	3,305	2,911	2,679	2,523	2,409	2,323	2,255	2,199	2,153	2,114	2,080	2,051	2,026	2,003	31
32	4,149	3,295	2,901	2,668	2,512	2,399	2,313	2,244	2,188	2,142	2,103	2,070	2,040	2,015	1,992	32
33	4,139	3,285	2,892	2,659	2,503	2,389	2,303	2,235	2,179	2,133	2,093	2,060	2,030	2,004	1,982	33
34	4,130	3,276	2,883	2,650	2,494	2,380	2,294	2,225	2,170	2,123	2,084	2,050	2,021	1,995	1,972	34
35	4,121	3,267	2,874	2,641	2,485	2,372	2,285	2,217	2,161	2,114	2,075	2,041	2,012	1,986	1,963	35
40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,449	2,336	2,249	2,180	2,124	2,077	2,038	2,003	1,974	1,948	1,924	40
60	4,001	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,167	2,097	2,040	1,993	1,952	1,917	1,887	1,860	1,836	60
80	3,960	3,111	2,719	2,486	2,329	2,214	2,126	2,056	1,999	1,951	1,910	1,875	1,845	1,817	1,793	80
90	3,947	3,098	2,706	2,473	2,316	2,201	2,113	2,043	1,986	1,938	1,897	1,861	1,830	1,803	1,779	90
100	3,936	3,087	2,696	2,463	2,305	2,191	2,103	2,032	1,975	1,927	1,886	1,850	1,819	1,792	1,768	100
120	3,920	3,072	2,680	2,447	2,290	2,175	2,087	2,016	1,959	1,910	1,869	1,834	1,803	1,775	1,750	120
inf.	3,841	2,996	2,605	2,372	2,214	2,099	2,010	1,938	1,880	1,831	1,789	1,752	1,720	1,692	1,666	inf.

Anexo 12. Panel fotográfico

Imagen 01. Lactato de calcio



Imagen 02. Bacteria Bacillus Subtilis



Imagen 03: Cantera LEKERSA



Imagen 04. Cemento empleado



Imagen 05. Tamizaje de agregados



Imagen 06. Contenido de humedad



Imagen 07. Peso unitario de los agregados

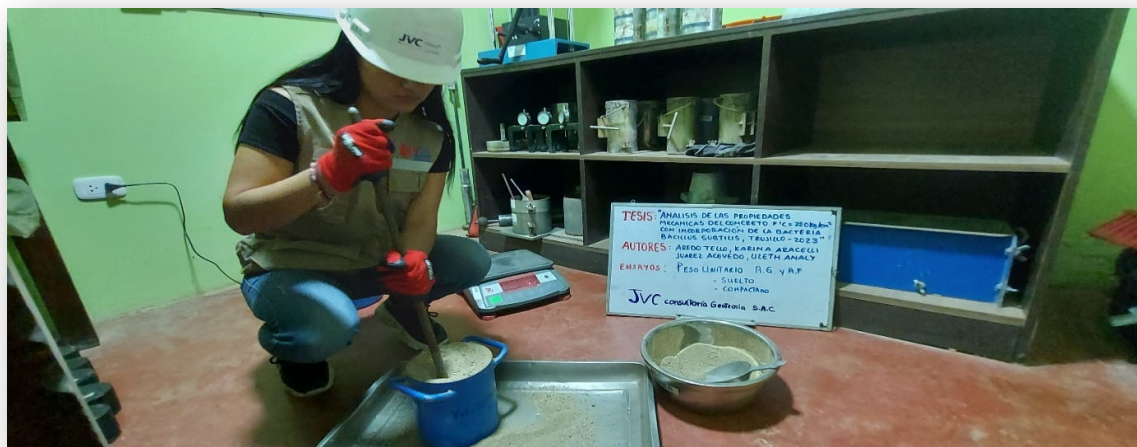


Imagen 08. Gravedad específica y absorción



Imagen 09. Absorción – agregado fino



Imagen 10. Peso sumergido – agregado grueso



Imagen 11. Dosificación de la bacteria



Imagen 12. Pesando Lactato de calcio

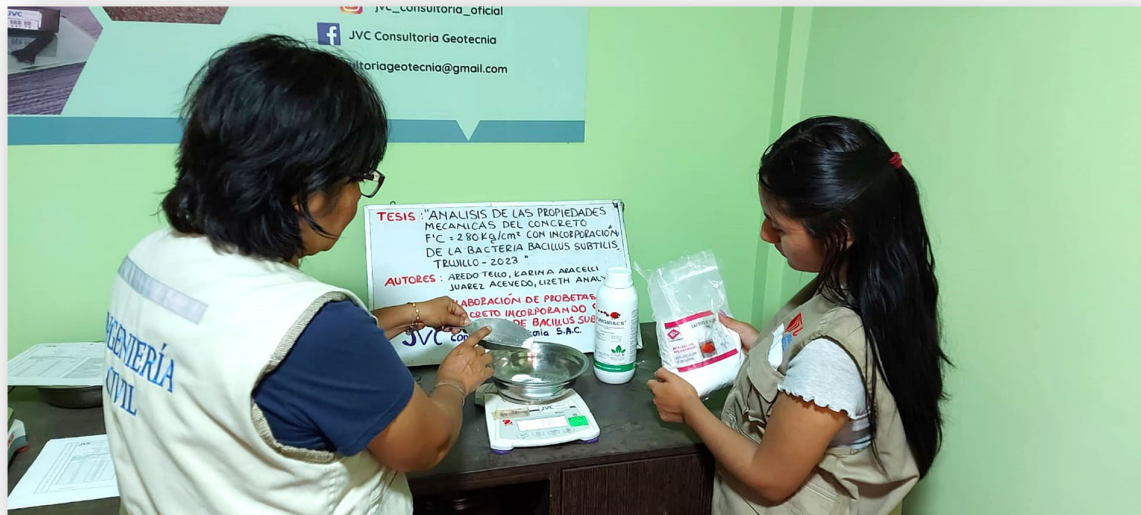


Imagen 13. Componentes para la mezcla de concreto



Imagen 14. Prueba de asentamiento – SLUMP



Imagen 15. Compactando el concreto



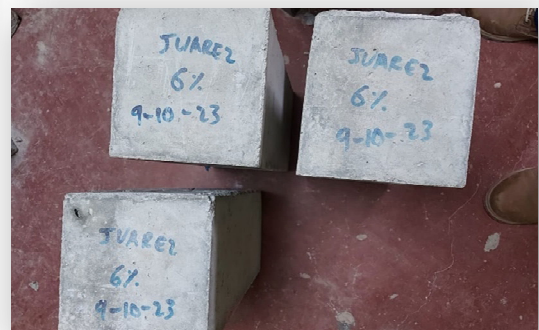
Imagen 16. Proceso de curado de especímenes



Imagen 17. Rotura de cilindros de concreto



Imagen 18. Rotura de vigas prismáticas



Anexo 13. Documento emitido por la escuela de Traducción e Interpretación de la Universidad Cesar Vallejo

ABSTRACT

Concrete is of utmost importance for its compressive strength, however, it is not capable of resisting bending and tensile forces. When the forces exerted exceed its resistance, cracks appear, and the need arises to innovate improvements in its mechanical resistance properties. The objective of this study is to analyze if improvements are produced in the main properties of concrete $f_c=280\text{kg/cm}^2$ with the incorporation of the bacterium *Bacillus Subtilis*. For this purpose, an applied research methodology was carried out with an experimental design using 72 specimens. Of this total, 36 cylindrical specimens were prepared, distributed in 9 standard specimens 0% and 9 samples for each incorporation of *Bacillus Subtilis* at 3%, 6% and 9%. Similarly, 36 prismatic specimens composed of 9 specimens of standard concrete 0%, and each 9 samples with *Bacillus Subtilis* at 3%, 6% and 9% were used. After an exhaustive analysis including ANOVA, it was concluded that the addition of 9% bacteria increased the compressive strength by 6.95%, which was significant. In contrast, bending strength is not significantly influenced, being favorable up to 6% of bacteria which increases 12.44%.

Keywords: Bacterium *Bacillus Subtilis*, mechanical properties, bio-concrete

This document has been translated by the Translation and Interpreting Service of Cesar Vallejo University and it has been revised by the native speaker of English: Mark Stables.



Dr. Ana Gonzales Castañeda

Professor of the School of Translation
and Interpreting

Anexo 14. Tabla y gráficos

Tabla. Resumen de diseño de mezcla por 1m³

Resistencia f'c	Agua (L)	Cemento (kg)	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (kg)	Aire	Bacillus Subtilis (L)	Lactato de calcio (kg)	Total
280 kg/m ² Patrón 0%	214.28	442.46	753.66	940.96	2.0	-	-	1
280 kg/m ² + Bacteria al 3%	214.28	442.46	753.66	940.96	2.0	6.4	1.11	1
280 kg/m ² + Bacteria al 6%	214.28	442.46	753.66	940.96	2.0	12.9	1.11	1
280 kg/m ² + Bacteria al 9%	214.28	442.46	753.66	940.96	2.0	19.3	1.11	1

Gráfico. Curva de resistencia a la compresión – concreto patrón

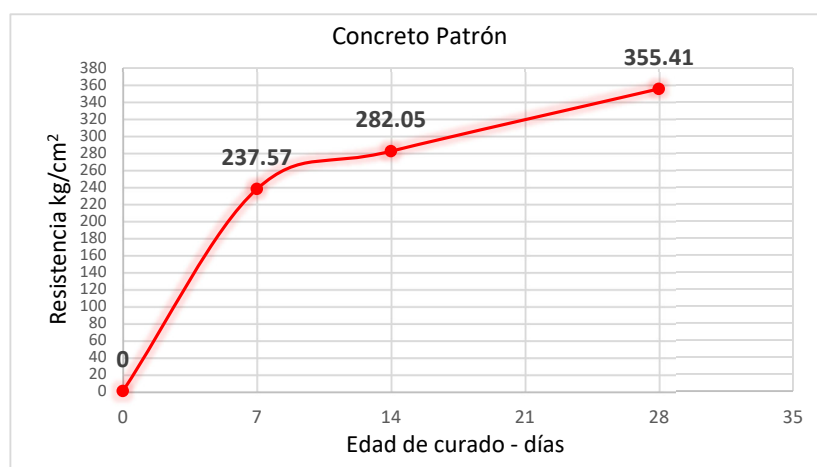


Gráfico. Curva de resistencia a la compresión – concreto con 3% de bacteria

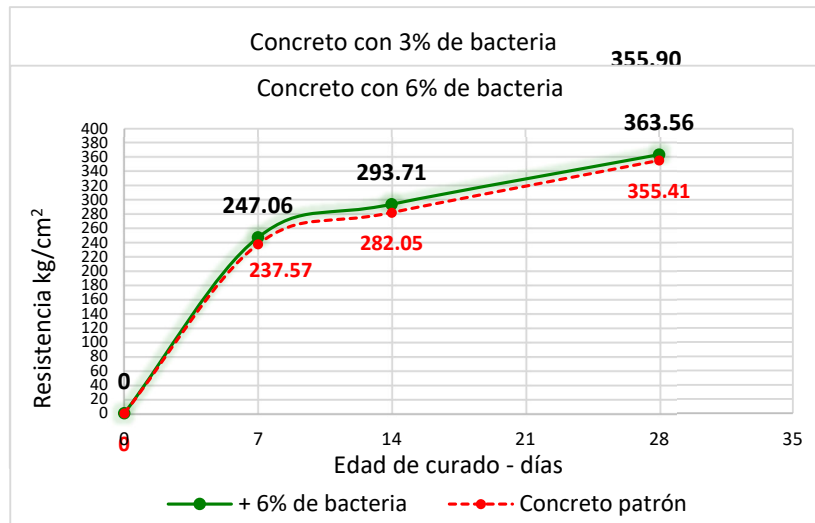


Gráfico. Curva de resistencia a la compresión – concreto con 6% de bacteria

Gráfico. Curva de resistencia a la compresión – concreto con 9% de bacteria

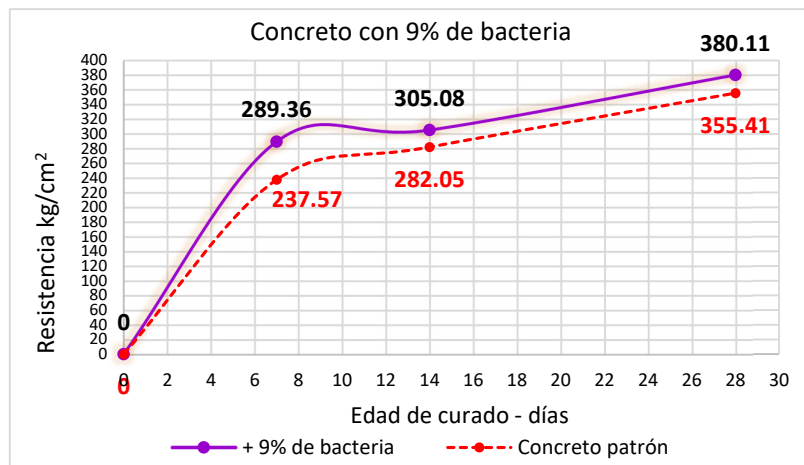


Gráfico. Resistencia a la compresión por edades

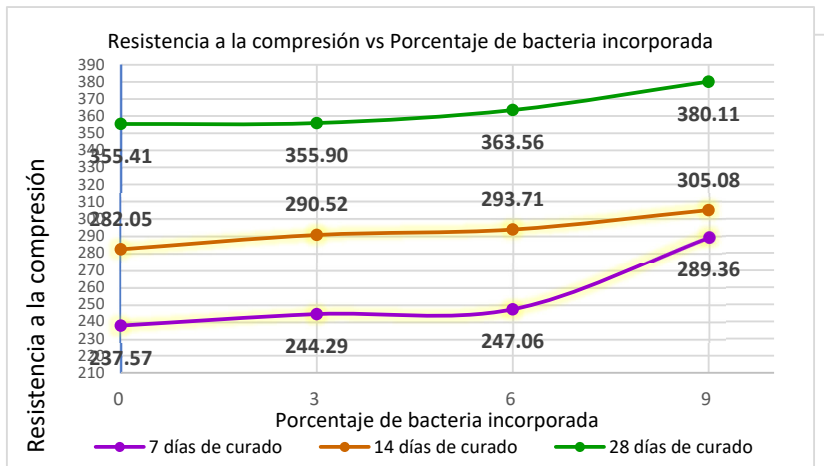


Gráfico. Resistencia a flexión - Concreto patrón

Gráfico. Resistencia a flexión – concreto con 3% de bacteria

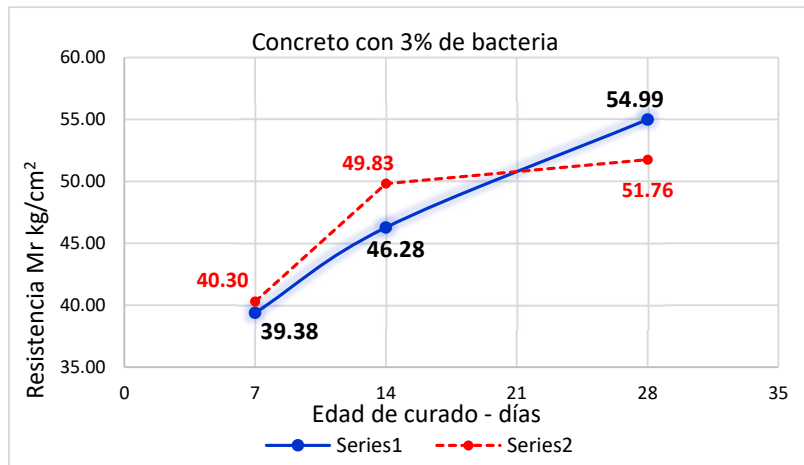


Gráfico. Resistencia a flexión – concreto con 6% de bacteria

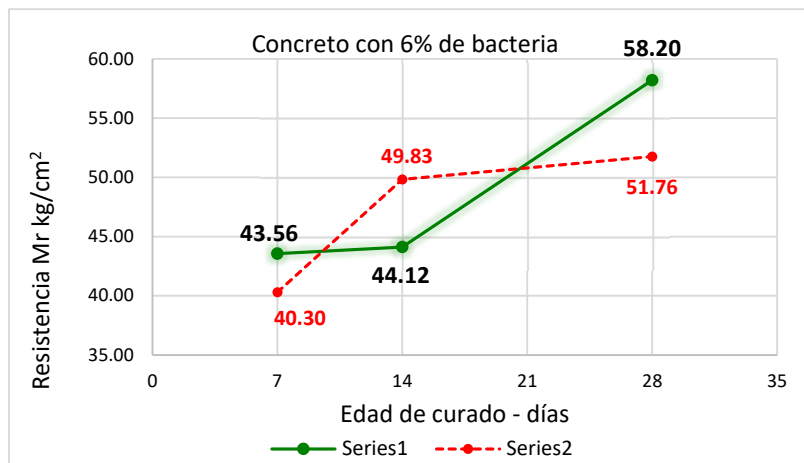


Gráfico. Resistencia a flexión – concreto con 9% de bacteria

