



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable $f'c$ 280 kg/cm², Chiclayo

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

AUTORAS:

Cubas Silva, Juli Marisol (orcid.org/0000-0002-5906-8478)

Saldaña Perez, Rosa Yudit (orcid.org/0000-0001-7023-8629)

ASESOR:

Mgtr. Cubas Armas, Marlon Robert (orcid.org/0000-0001-9750-1247)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis abuelos, padres y tíos por los valores inculcados y su apoyo brindado en el transcurso de mi carrera profesional a pesar de las dificultades presentadas durante mi formación académica, estuvieron alentándome para seguir cumpliendo mis metas propuestas en mi vida profesional.

Cubas Silva Juli Marisol

A mis padres, por siempre brindarme su apoyo y estar presente dándome impulso y motivación en cada paso que doy escalando en mi crecimiento profesional, a mis hermanos (as), por estar siempre conmigo dándome aliento para seguir luchando por mis sueños y convertirme en una buena profesional y a mi sobrino que, aunque no esté presente físicamente con nosotros siempre lo recuerdo.

Saldaña Pérez Rosa Yudit

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, por cuidarme y darme la oportunidad de seguir avanzando en el cumplimiento de mis metas propuestas para convertirme en una profesional de éxito, a mis abuelos, padres y tíos por estar presentes apoyándome en este proceso de formación académica, a mis docentes de la universidad por el aporte de sus conocimientos.

Cubas Silva Juli Marisol

Agradecer a Dios, por brindarme salud y permitirme seguir avanzando para continuar en este proceso de formación profesional cumpliendo cada objetivo propuesto, a mis padres y hermanos (as) quienes estuvieron en cada momento de mi vida apoyándome, a mis docentes de la universidad por brindarnos sus conocimientos.

Saldaña Pérez Rosa Yudit

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| CARÁTULA | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS | v |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III.METODOLOGÍA | 11 |
| 4.1. Tipo y diseño de investigación | 11 |
| 4.2. Variables y operacionalización | 13 |
| 4.3. Población, muestra y muestreo | 13 |
| 4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 15 |
| 4.5. Procedimientos | 17 |
| 4.6. Métodos de análisis de datos | 19 |
| 4.7. Aspectos éticos | 19 |
| IV.RESULTADOS | 20 |
| 5.1. Resultados del objetivo específico 1 | 20 |
| 5.2. Resultados del objetivo específico 2 | 21 |
| 5.3. Resultados del objetivo específico 3 | 28 |
| V.DISCUSIÓN | 30 |
| VI.CONCLUSIONES | 35 |
| VII.RECOMENDACIONES | 36 |
| REFERENCIAS | 37 |
| ANEXOS | 43 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. <i>Población y muestra de estudio (f'c y Mr).</i> | 14 |
| Tabla 2. <i>Población y muestra de estudio (fisuración de probetas).</i> | 14 |
| Tabla 3. <i>Población y muestra de estudio (paneles para contracción plástica).</i> | 15 |
| Tabla 4. <i>Unidad de análisis.</i> | 15 |
| Tabla 5. <i>Técnicas e instrumentos de la investigación.</i> | 15 |
| Tabla 6. <i>Ensayos, normas y/o ASTM.</i> | 16 |
| Tabla 7. <i>Prueba de Normalidad (estadística f'c a los 28 días)</i> | 28 |
| Tabla 8. <i>Prueba de homogeneidad (estadística f'c a los 28 días)</i> | 28 |
| Tabla 9. <i>Prueba de varianza de medias (estadística f'c a los 28 días)</i> | 28 |
| Tabla 10. <i>Prueba de normalidad (estadística f'c a los 28 días)</i> | 29 |
| Tabla 11. <i>Prueba de homocedasticidad (estadística f'c a los 28 días)</i> | 29 |
| Tabla 12. <i>Prueba de varianza de medias (estadística f'c a los 28 días)</i> | 29 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Variación de f_c | 8 |
| <i>Figura 2.</i> Variación de M_r | 9 |
| <i>Figura 3.</i> Esquema del diseño de investigación..... | 12 |
| <i>Figura 4.</i> Verificación del compuesto Bio subtilis..... | 17 |
| <i>Figura 5.</i> Obtención de materias primas..... | 18 |
| <i>Figura 6.</i> Aspectos éticos..... | 19 |
| <i>Figura 7.</i> Morfología de colonias bacterianas crecidas en agar nutritivo..... | 20 |
| <i>Figura 8.</i> Microfotografía óptica de Bacillus Gram positivos (Tinción de Gram).... | 20 |
| <i>Figura 9.</i> F_c del concreto patrón y bioconcreto..... | 21 |
| <i>Figura 10.</i> M_r del concreto patrón y bioconcreto..... | 22 |
| <i>Figura 11.</i> Variación porcentual de f_c y M_r | 23 |
| <i>Figura 12.</i> Anchos de fisuras por contracción plástica..... | 24 |
| <i>Figura 13.</i> Observación visual de la cicatrización de fisuras a los 28 días..... | 25 |
| <i>Figura 14.</i> Proceso de autocuración de fisuras de concreto..... | 26 |
| <i>Figura 15.</i> Imágenes microscópicas de presencia de $CaCO_3$ en las fisuras..... | 27 |

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de la bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable $f'c$ 280 kg/cm², Chiclayo. La metodología empleada fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo y diseño experimental, la población estaba conformada por 119 muestras. Se agregó la bacteria *Bacillus subtilis* a la mezcla de concreto con relación al agua, con porcentajes de 4%, 8%, 12% y 15% de la suspensión bacteriana 1×10^9 cel/ml con la adición de nitrato de calcio como nutriente. Los resultados obtenidos a los 28 días con las dosificaciones del 0%, 4%, 8%, 12% y 15% para la resistencia a la compresión fueron de 285.47 kg/cm², 296.71 kg/cm², 324.76 kg/cm², 349.67 kg/cm² y 316.24 kg/cm² respectivamente y para la resistencia a la flexión fueron de 43.94 kg/cm², 44.96 kg/cm², 48.41 kg/cm², 50.65 kg/cm² y 47.16 kg/cm², además se concluyó que el porcentaje óptimo es el 12% de concentración bacteriana dando como resultados una variación porcentual de 22.49% y 15.27% para la resistencia a la compresión y flexión, además se logró cerrar fisuras de 0.70 mm con la adición bacteriana del 12% a los 28 días de curado.

Palabras clave: Bacteria, resistencia, compresión, flexión, fisuras.

ABSTRACT

The general objective of the research was to determine the influence of the *Bacillus subtilis* bacterium on the mechanical properties of bio-self-healing concrete f'c 280 kg/cm², Chiclayo. The methodology used was applied with a quantitative approach and experimental design, the population consisted of 119 samples. The *Bacillus subtilis* bacteria was added to the concrete mix in relation to water, with percentages of 4%, 8%, 12% and 15% of the 1 x 10⁹ cell/ml bacterial suspension with the addition of calcium nitrate as a nutrient. The results obtained after 28 days with the dosages of 0%, 4%, 8%, 12% and 15% for compressive strength were 285.47 kg/cm², 296.71 kg/cm², 324.76 kg/cm², 349.67 kg/cm² and 316.24 kg/cm² respectively and for the resistance to flexion they were 43.94 kg/cm², 44.96 kg/cm², 48.41 kg/cm², 50.65 kg/cm² and 47.16 kg/cm², in addition it was concluded that the optimal percentage is 12% of bacterial concentration giving as results a percentage variation of 22.49% and 15.27% for the resistance to compression and flexion, in addition, it was possible to close cracks of 0.70 mm with the bacterial addition of 12% at 28 days of curing.

Keywords: Bacteria, resistance, compression, bending, fissures.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto es un material accesible y económico para la construcción debido a sus propiedades deseadas, alta resistencia a la compresión, durabilidad y bajo costo, las propiedades del concreto dependen del diseño de mezcla, materiales, curado y formas de construcción, por lo que se busca desarrollar un concreto sostenible con prioridad ambiental (Jiang et al. 2020). Sin embargo, las grietas y fisuras que se generan debido a la contracción plástica, fuerzas mecánicas como compresión y tracción, son un problema fundamental que dificultan la integridad estructural, que en un futuro permiten el ingreso de agua, sustancias corrosivas y la penetrabilidad del cloruro; todo ello puede producir la degradación prematura del refuerzo de acero y el aumento de la permeabilidad en el núcleo del concreto (Morsali et al. 2019). Las grietas y fisuras deben ser reparadas a tiempo para evitar el deterioro del concreto y la corrosión del acero (Shanmuga Priya et al. 2019).

Los investigadores han descubierto una nueva tecnología que es el uso de bacterias productoras de carbonato de calcio (calcita) que tiene buena utilidad para la autocuración y es compatible con la mezcla de concreto que permite cerrar grietas sin intervención humana (Tripathi et al. 2019). Este proceso es también denominado biocementación, al adicionar las bacterias en la mezcla del concreto se quiere mejorar las propiedades y la durabilidad de las estructuras (Smitha et al. 2022). Las bacterias del género *Bacillus* son las más utilizadas para trabajos de investigación porque satisfacen criterios esenciales como prolongar el tiempo de duración de las estructuras, no son patógenas y pueden sobrevivir en entornos alcalinos (Mondal y Ghosh 2019).

Las bacterias del género *Bacillus* son las que mejores resultados han brindado con respuestas óptimas en su gran mayoría, estas pueden detectar y reparar grietas a tiempo, de estructuras subterráneas, túneles, puentes, entre otros (Jiang et al. 2022). Los cultivos bacterianos dentro o sobre la superficie del concreto conducen a una mayor durabilidad de las estructuras (Tayebani y Mostofinejad 2019). Las bacterias seleccionadas deben sobrevivir al ambiente alcalino similar al concreto y a su vez tener la capacidad de generar carbonato de calcio, por lo que es importante tener en cuenta el comportamiento de las bacterias en el concreto ya que este

posee un pH de 11 a 13 y un incremento de temperatura de hasta 55 °C debido al calor de hidratación (Sahoo et al. 2018).

Para obtener el concreto bacteriano primero se realiza el cultivo de bacterias, estas se agregan a la mezcla de concreto convencional ya sea de manera directa, encapsulación, aspersion e inyección directa (Nodehi, Ozbakkaloglu y Gholampour 2022). La encapsulación es el método más utilizado para proteger las bacterias del entorno hostil ya sea en polímeros o minerales (perlita expandida, arcilla expandida) (Tang y Xu 2021). La encapsulación de bacterias a través de arcilla expandida (EC) tiene la capacidad de autorreparar sin efectos en los componentes del cemento, es más compatible con el concreto y tiene la facilidad de inmovilizar bacterias (Han et al. 2020).

La formulación del problema es: ¿Cuál es la influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo? El objetivo general de la investigación es: Determinar la influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo.

Los objetivos específicos son: a) Identificar la actividad bacteriana en el compuesto *Bacillus subtilis* para incorporar al concreto f'c 280 kg/cm², Chiclayo, b) Analizar la resistencia a la compresión, flexión y cierre de fisuras con la adición de 0%, 4%, 8%, 12% y 15% a la mezcla de concreto f'c 280 kg/cm², Chiclayo, c) Evaluar el porcentaje óptimo de bacterias en la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c 280 kg/cm², Chiclayo.

Esta investigación se justifica de acuerdo a los siguientes enfoques: (a) académicamente, porque el desarrollo de la investigación aplica y refuerza los conocimientos adquiridos en la tecnología del concreto y en el ensayo de materiales, además proporciona información sobre el uso de bioconcreto; (b) técnicamente, porque se aplicará las normas técnicas peruanas y/o ASTM para el desarrollo de los ensayos de materiales, describir sus características y determinar sus propiedades como punto principal de la investigación; (c) metodológica, porque se describe el proceso de la identificación de la suspensión líquida bacteriana

Bacillus subtilis para ser aplicada en la mezcla del concreto con agregados locales para mejorar sus propiedades mecánicas y autorreparación.

La hipótesis general, H: Si adiciono bacteria Bacillus subtilis a la mezcla de concreto es posible influir en las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm². La hipótesis nula, H₀: La adición de la bacteria Bacillus subtilis a la mezcla de concreto no influye positiva y significativamente en las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm². La hipótesis alternativa, H_a: Al menos un tratamiento de adición de la bacteria en la mezcla de concreto influirá positiva y significativamente en la elaboración del concreto para determinar las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm².

II. MARCO TEÓRICO

(Rauf et al. 2020), en su investigación definen que la bacteria *Bacillus subtilis* pertenece al género *Bacillus* y a la especie Gram positiva, tienen forma de bastoncillos móviles y formas helicoidales o esporas cilíndricas, las colonias pueden mostrar formas redondas e irregulares, además para la preparación de la mezcla utilizaron 850 kg/m^3 de arena natural, 937 kg/m^3 de agregado grueso, la relación a/c se fijó en 0.45, se usó el superplastificante Superplast-675, incluyendo muestras de control con fibras y sin fibras, pero con bacterias.

(Gupta, Pang y Kua 2017), en su investigación mencionan que, para una autocuración efectiva, las propiedades del concreto bacteriano deben ser más altas que el concreto original, la capacidad del concreto autorrecuperable de base biológica depende de factores que incluyen, la condición de curado, la concentración local de bacterias y nutrientes viables, la edad de concreto y tiempo de curación.

(Zhang et al. 2017), en su investigación utilizaron cemento portland ordinario, arena natural, áridos gruesos y lactato de calcio, con relación a/c de 0.40, agregaron bacterias directamente (sin protección) e indirectamente (protegidas en arcilla y perlita expandida) a la mezcla de concreto, tienen como resultados: que las muestras con bacterias inmovilizadas en perlita expandida (EP) cierran completamente la grieta de 0.79 mm y las muestras inmovilizadas en arcilla expandida (EC) cerraron grietas de 0.45 mm después de 28 días, concluyeron que la perlita expandida tiene mayor eficiencia en el cerrado de grietas.

(Nuaklong et al. 2023), en su investigación tienen como propósito evaluar la eficiencia del método de precipitación de calcita inducida por microbios (MICP) en la reparación de grietas por contracción plástica, además refieren que una vez terminada la fase de fraguado y fisuración de los especímenes estos se mantuvieron a temperaturas controladas.

(Vijay y Murmu 2020), en su investigación buscan conocer el impacto del lactato de calcio y bacterias en las propiedades del concreto, diseñaron especímenes de tamaño $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$, utilizando una concentración microbiana de 10^5 cel/ml y lactato de calcio de 0.50%, después de 24 horas retiraron las muestras de

los moldes y obtuvieron como resultados el aumento del 20% de la resistencia a la compresión con relación al concreto convencional, concluyen que al adicionar más cantidades de lactato de calcio y concentraciones más altas de bacterias reduce la resistencia del concreto.

(Nain et al. 2019) en su investigación tienen por objetivo abordar el tema del manejo de microfisuras y también probar si los microorganismos específicos mejoran la resistencia a la compresión y tracción del concreto, al adicionar *Bacillus subtilis* al concreto obtuvieron como resultados que la resistencia a la compresión y tracción mejoraron en 14.30% y 25.30% con respecto al concreto convencional.

(Vijay y Murmu 2019) definen que *Bacillus subtilis* en el concreto juega un papel importante en la resistencia a la compresión comparado con el concreto patrón, observaron una mejora del 20%, 24%, 27% en la resistencia a la compresión utilizando una relación a/c de 0.45, 0.40 y 0.35, determinaron que al utilizar una relación menor de a/c se obtiene mejores resultados.

(Rao, Reddy y Sasikala 2017), analizaron la adición de la bacteria *Bacillus subtilis* JC3 al concreto y realizaron una revisión sistemática de los resultados de las investigaciones experimentales realizadas para el estudio del concreto microbiano, obtuvieron como resultado que la resistencia a la compresión y flexión del concreto bacteriano aumentó en un 25% para ambas propiedades en comparación con las muestras de control.

(Kalhori y Bagherpour 2017), tienen como objetivo evaluar el efecto de *Bacillus subtilis* sobre las propiedades mecánicas y de curación del concreto, obtuvieron como resultados que el concreto bacteriano aumentó en la resistencia a la compresión en un 30% en comparación con el concreto convencional, usando muestras de 5.40 cm de diámetro y 2.70 cm de longitud, concluyen que al adicionar bacterias en el concreto estas mejoran las propiedades del concreto como compresión y flexión.

(Akindahunsi, Adeyemo y Adeoye 2021), tienen por objetivo examinar la aplicación de bacterias ureolíticas para mejorar la resistencia a la compresión del concreto, comparar el concreto elaborado a base de bacterias y el concreto convencional, la evaluación de muestras bacterianas con la adición de 10^5 cel/ml de *Bacillus subtilis*

aumenta la resistencia a la compresión del 27%, 26%, 14% y 13% a los 7, 14, 28 y 56 días en comparación con el concreto tradicional, también realizaron muestras con la concentración bacteriana de 10^7 cel/ml, 10^9 cel/ml y 10^5 cel/ml, siendo esta última la dosis óptima.

(Vashisht y Shukla 2020) nos dicen que para observar la curación de grietas se puede realizar a través de un análisis visual, cuantificar mediante una inspección regular y tomando fotografías de alta definición, esta investigación tiene como resultado que a los 20 días se ha logrado cerrar fisuras de 0.18 mm.

(Shaheen et al. 2019), en su investigación nos mencionan que sus especímenes fueron fisurados, con ello lograron obtener fisuras visibles simulando una fisuración real, después midieron los diferentes anchos a través de un microscopio HC-2950, asimismo colocaron los especímenes a curar para ser evaluadas dentro de 28 días y medir cuanto es el cierre de estas fisuras.

(Feng et al. 2021), tienen como objetivo desarrollar un nuevo concreto autorreparable basado en bacterias mediante un mecanismo de precipitación de carbonato de calcio inducido por microorganismos, usando la bacteria *Bacillus subtilis* para la muestra denomina M9, obtuvieron como resultado que se mejoró la resistencia a la flexión aproximadamente en un 14% después de haberse fisurado y sellado con la precipitación de CaCO_3 .

(Mendoza y Rivas 2023), en su investigación realizaron el método de reemplazo de solución por agua y el método de inyección, así mismo analizaron la resistencia a la compresión y cierre de fisuras en el concreto con diferentes adiciones bacterianas, donde lograron cerrar fisuras de 0.30 mm totalmente y de 0.50 mm de manera parcial a los 28 días, concluyeron que la mayor cantidad de cristales de carbonato de calcio se encontraron en las probetas que se reemplazó el agua por la solución bacteriana.

(Mendoza y Sánchez 2017), en su investigación tienen por objetivo determinar si el sistema biorreparador mantiene la resistencia de las estructuras de concreto fisurado utilizando la bacteria *Bacillus subtilis*; por otro lado, para la elaboración de sus muestras de bioconcreto agregaron 500 g/l de lactato de calcio (BL) y 500 g/l

de nitrato de calcio (B_N) como fuente de alimento para las bacterias esto con relación a los porcentajes de concentraciones bacterianas utilizadas.

(Aguilar y Saldaña 2021), presentan su investigación de tipo aplicada y el diseño de tipo experimental, utilizaron tres concentraciones bacterianas del 4%, 8% y 12%, donde se obtuvo 260 kg/cm^2 y 315 kg/cm^2 para la resistencia a la compresión con porcentajes de 8% y 12%, para la resistencia a la flexión fue de 43 kg/cm^2 y 46 kg/cm^2 de forma respectiva, en conclusión, obtuvieron que el porcentaje óptimo de solución bacteriana se encuentra entre el 8% y el 12%.

(Ascate y Miranda 2019), tienen una investigación de tipo aplicada y el diseño es de tipo experimental, de los cuales se tuvo una población de 24 probetas tipo viga y 36 probetas cilíndricas, utilizaron un concreto convencional de 210 kg/cm^2 y soluciones bacterianas de 4%, 8% y 12% donde se obtuvo 246.06 kg/cm^2 y 2.41 kg/cm^2 para la resistencia a la compresión y flexión, por lo tanto, con el 12% de *Bacillus subtilis* lograron la mejor resistencia del concreto para ambas propiedades.

(Nuñez 2020), presenta una investigación de tipo aplicada porque busca dar solución a los problemas presentes en el concreto con la aplicación de bacterias, donde muestran los resultados para la resistencia a la compresión fueron de 418.60 kg/cm^2 y 362.40 kg/cm^2 , para la resistencia a la flexión fue de 52.80 kg/cm^2 y 53.70 kg/cm^2 con concentraciones bacterianas de 10% y 15% a los 28 días y ha logrado el cierre de fisuras de 0.30 mm a los 50 días.

(Quevedo y Sánchez 2021), realizaron una investigación de carácter aplicativo y diseño de proyecto experimental puro, utilizaron un concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 con una relación a/c de 0.59 y para el bioconcreto se agregó 0.50%, 0.75% y 1% de solución bacteriana, el mejor resultado que obtuvieron fue utilizando el 0.75% de solución bacteriana tanto para resistencia a la compresión y flexión a los 28 días.

(Ruiz y Valverde 2020), su investigación es de tipo aplicada con diseño cuasiexperimental, lograron una resistencia a la compresión y flexión de 336 kg/cm^2 y 57 kg/cm^2 para el concreto convencional y para el bioconcreto obtuvieron una resistencia a la compresión y flexión de 273 kg/cm^2 y 49 kg/cm^2 , concluyeron que al adicionar bacterias en el concreto ambas propiedades disminuyen en 18.75% para la compresión y 14.04% para la flexión con respecto al concreto convencional.

(Santos 2021) presenta una investigación cuantitativa con diseño documental de campo y experimental, la resistencia del concreto patrón fue de 306.02 kg/cm^2 y el concreto adicionado con bacterias de 227.38 kg/cm^2 , se concluye que la bacteria *Bacillus subtilis* disminuye la resistencia en 25.45% pero es la más eficiente para generar carbonato de calcio, cerrar fisuras y grietas, además que la cantidad de lactato de calcio utilizada es de 109.1 g/l esto está en función del agua con bacterias que se utiliza para la elaboración de probetas.

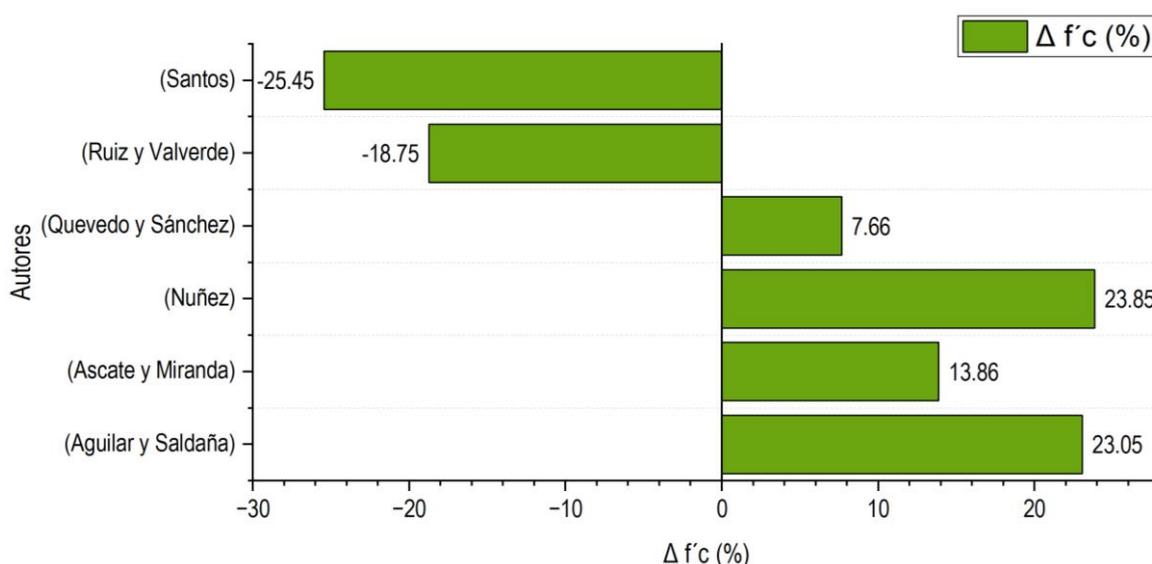


Figura 1. Variación de $f'c$.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1 se muestra los antecedentes nacionales, (Nuñez 2020) en su investigación obtiene un aumento en resistencia a la compresión de 23.85% con una concentración bacteriana del 10% de *Bacillus subtilis*, mientras que (Santos 2021) muestra que la resistencia disminuye en un 25.45% utilizando una solución bacteriana de 10^9 cel/ml evaluado a los 28 días.

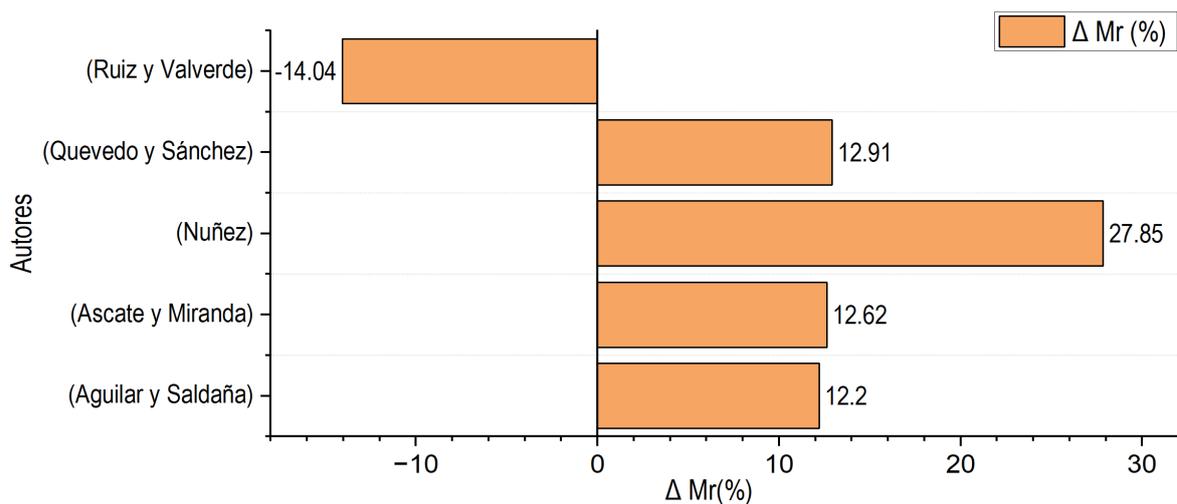


Figura 2. Variación de Mr.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2, se muestra que la resistencia a la flexión aumento en un 27.85% con una concentración bacteria de 10%, según su investigación de (Nuñez 2020), sin embargo, (Ruiz y Valverde 2020) muestran una disminución de la resistencia en un 14.06% con una concentración de 10^9 cel/ml de Bacillus subtilis.

En base a las teorías de la investigación se conceptualiza a continuación los indicadores:

- **Aislamiento:** Tiempo para tomar la muestra y siembra en una caja de Petri con agar por estría en 3 o 4 cuadrantes, después se incuba a 37 °C y se observan a las 24 y 48 horas, en caso de ser necesario se recomienda realizar un subcultivo (Gutiérrez et al. 2020).
- **Cultivo:** Tiempo que se demora para determinar la bacteria Bacillus subtilis y posteriormente poder observar su crecimiento máximo (Ascate y Miranda 2019).
- **Identificación:** Es el conjunto de características que se determinan a través de la observación macroscópica o microscópica, para conocer el tamaño, color, forma, borde, elevación de un individuo (García Avelino 2021).
- **Concentración bacteriana:** Cantidad de células bacterianas suministradas a la muestra (García Avelino 2021).
- **Resistencia a la compresión:**

Es la carga aplicada a una determinada velocidad a los cilindros moldeados y los cálculos se obtienen dividiendo la carga máxima entre el área de la sección de la probeta (NTP 339.034 2021).

- **Resistencia a la flexión:** Se encuentra en las vigas de concreto, teniendo en cuenta que esta resistencia presenta valores más bajos que la resistencia a la compresión, por ello son reforzados con elementos estructurales bajo criterios de diseño y de acuerdo con lo que especifica el RNE (Palmer y Pulido 2020).
- **Reducción de fisuras:** Es la disminución del tamaño de las fisuras que se van sellando o cerrando en las probetas en un determinado tiempo. (Nuñez 2020).
- **Ancho de fisuras:** Medidas que generalmente cambian o varían a lo largo de su longitud en los especímenes (Zhang et al. 2017), las microfisuras tienen un espesor menor a 0.05 mm, las fisuras están entre 0.10 mm y 0.20 mm, las microfisuras se encuentran en un rango de 0.20 mm y 0.40 mm, las grietas entre 0.40 mm y 1.00 mm, las fracturas están de 1.00 mm a 5.00 mm y la dislocación presenta un ancho mayor a 5.00 mm (Mendoza y Rivas 2023).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada con enfoque cuantitativo.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es experimental, del tipo cuasiexperimental con grupo de control, en la Figura 3 se detalla el esquema del diseño:

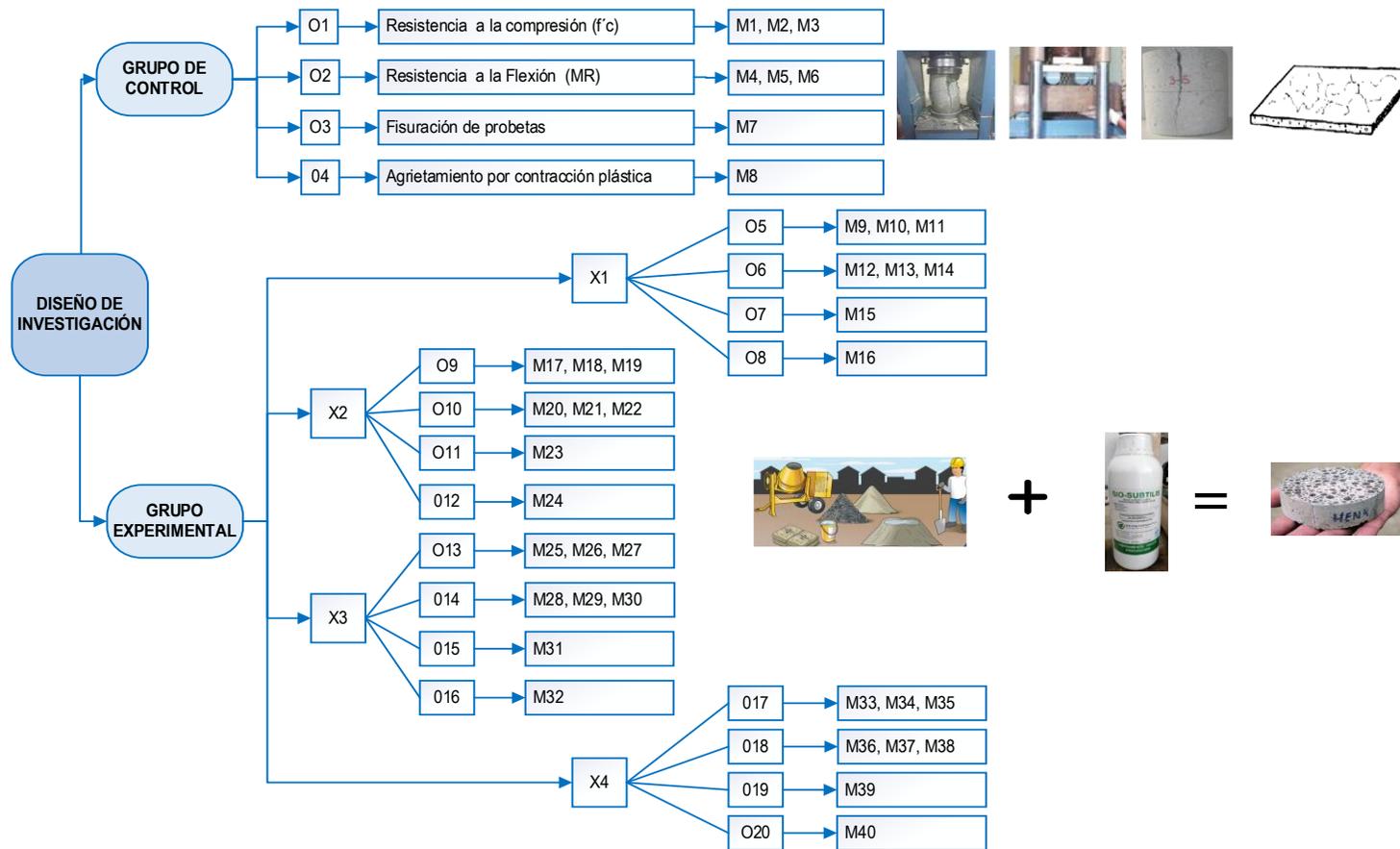


Figura 3. Esquema del diseño de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

O₁: F'c a los 7, 14, 28 días.

O₂: Mr a los 7, 14, 28 días.

O₃: Fisuración de probetas a los 14, 21, 28 días.

O₄: Agrietamiento por contracción plástica a los 7, 14, 28 días.

X₁: Ensayo de mezcla con adición de 4%.

X₂: Ensayo de mezcla con adición de 8%.

X₃: Ensayo de mezcla con adición de 12%.

X₄: Ensayo de mezcla con adición de 15%.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Variable independiente

Bacteria Bacillus subtilis.

Variable dependiente

Propiedades mecánicas del bioconcreto autorreparable.

Nota: La definición conceptual y operacional de las variables, indicadores y escala de medición se detallan en el anexo N° 01 y 02.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población está formada por muestras de concreto f'c 280 kg/cm² preparado con cemento tipo I (Pacasmayo), agregado grueso de la cantera Tres Tomas, agregado fino de la cantera la Victoria y la adición de bacterias Bacillus subtilis en proporciones de 0%, 4%, 8%, 12% y 15%.

3.3.2. Muestra

La muestra está constituida por especímenes elaborados con concreto patrón y diferentes porcentajes de la concentración bacteriana 10⁹ cel/ml detallados en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 1. *Población y muestra de estudio (f'c y Mr).*

| Adición de Bacillus subtilis (cel/ml) | Días | f'c (probetas) | Mr (vigas) |
|---|------|----------------|------------|
| 0 | 7d | 3 | 3 |
| | 14d | 3 | 3 |
| | 28d | 4 | 4 |
| 4 % | 7d | 3 | 3 |
| | 14d | 4 | 3 |
| | 28d | 4 | 4 |
| 8 % | 7d | 3 | 3 |
| | 14d | 4 | 3 |
| | 28d | 4 | 4 |
| 12 % | 7d | 3 | 3 |
| | 14d | 4 | 3 |
| | 28d | 4 | 4 |
| 15 % | 7d | 3 | 3 |
| | 14d | 4 | 3 |
| | 28d | 4 | 4 |
| suma | | 54 | 50 |
| Probetas cilíndricas ($\phi=10$ cm, h=20 cm) | | | 54 |
| Especímenes tipo viga (10 cm, 10 cm, L=30 cm) | | | 50 |
| Total = | | | 104 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. *Población y muestra de estudio (fisuración de probetas).*

| Adición de Bacillus subtilis (cel/ml) | Tiempo (días) | Fisuración (probetas) |
|---------------------------------------|---------------|-----------------------|
| 0% | 14, 21, 28 | 1 |
| 4% | 14, 21, 28 | 1 |
| 8% | 14, 21, 28 | 1 |
| 12% | 14, 21, 28 | 1 |
| 15% | 14, 21, 28 | 1 |
| Total ($\phi=10$ cm, h=20 cm) = | | 5 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. *Población y muestra de estudio (paneles para contracción plástica).*

| Adición de Bacillus subtilis (cél/ml) | Tiempo de evaluación (horas) | Paneles |
|--|------------------------------|---------|
| 0% | 24:00 | 2 |
| 4% | 24:00 | 2 |
| 8% | 24:00 | 2 |
| 12% | 24:00 | 2 |
| 15% | 24:00 | 2 |
| Total (Sección 56 cm x 35 cm, h=10 cm) | | 10 |

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Muestreo

El muestreo es no probabilístico, por conveniencia.

3.3.4. Unidad de análisis

Está conformada por muestras de concreto $f'c$ 280 kg/cm² con adiciones bacterianas de 0%, 4%, 8%, 12% y 15%, ver Tabla 4.

Tabla 4. *Unidad de análisis.*

| Espécimen | Dimensiones | Características | Tiempo de observación (días/horas) |
|--------------------|-----------------------|-----------------|------------------------------------|
| Probetas | ∅=10 cm, h=20 cm | Cilíndrica | 7, 14, 28 días |
| Vigas | 10 cm, 10 cm, L=30 cm | Prismática | 7, 14, 28 días |
| Probetas fisuradas | ∅=10 cm, h=20 cm | Cilíndrica | 14, 21, 28 días |
| Paneles | 56 x 35, h=10 cm | Losa | 24 horas |

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 5. *Técnicas e instrumentos de la investigación.*

| Técnica | Instrumento |
|---------------------|---------------------|
| Observación directa | Guía de observación |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. *Ensayos, normas y/o ASTM.*

| Ensayo | NTP | ASTM |
|--|-------------|-------------|
| Agregado grueso | | |
| Análisis granulométrico | NTP 400.012 | - |
| Peso unitario | NTP 400.017 | - |
| Peso específico y absorción | NTP 400.021 | - |
| Contenido de humedad | NTP 339.185 | - |
| Agregado fino | | |
| Análisis granulométrico | NTP 400.012 | - |
| Peso unitario | NTP 400.017 | - |
| Peso específico y absorción | NTP 400.022 | - |
| Contenido de humedad | NTP 339.185 | - |
| Propiedades mecánicas | | |
| Resistencia a la compresión | NTP 339.034 | - |
| Resistencia a la flexión | NTP 339.078 | - |
| Detección de cierre de grietas | | |
| Fisuración de probetas | NTP 339.084 | - |
| Agrietamiento por contracción plástica | - | ASTM C 1579 |

Fuente: Elaboración propia.

Validez de instrumentos

Se ha validado los instrumentos mediante la revisión de expertos, ver anexo 04.

Confiabilidad de resultados

Para indicar la confiabilidad de los resultados se demuestra mediante el documento de autorización de INDECOPI y los certificados de calibración de equipos del laboratorio con vigencia de un año.

3.5. Procedimientos

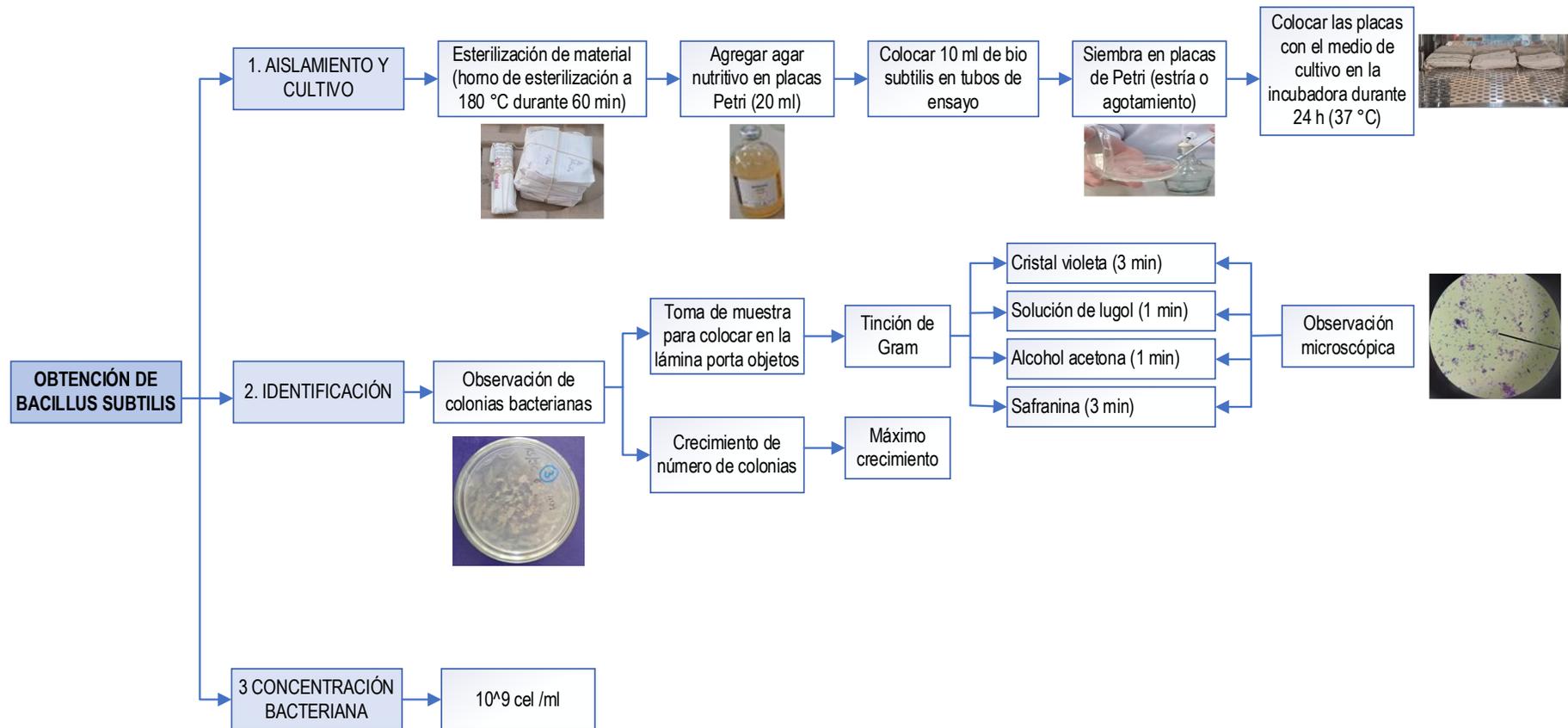


Figura 4. Verificación del compuesto Bio subtilis.

Fuente: Elaboración propia.

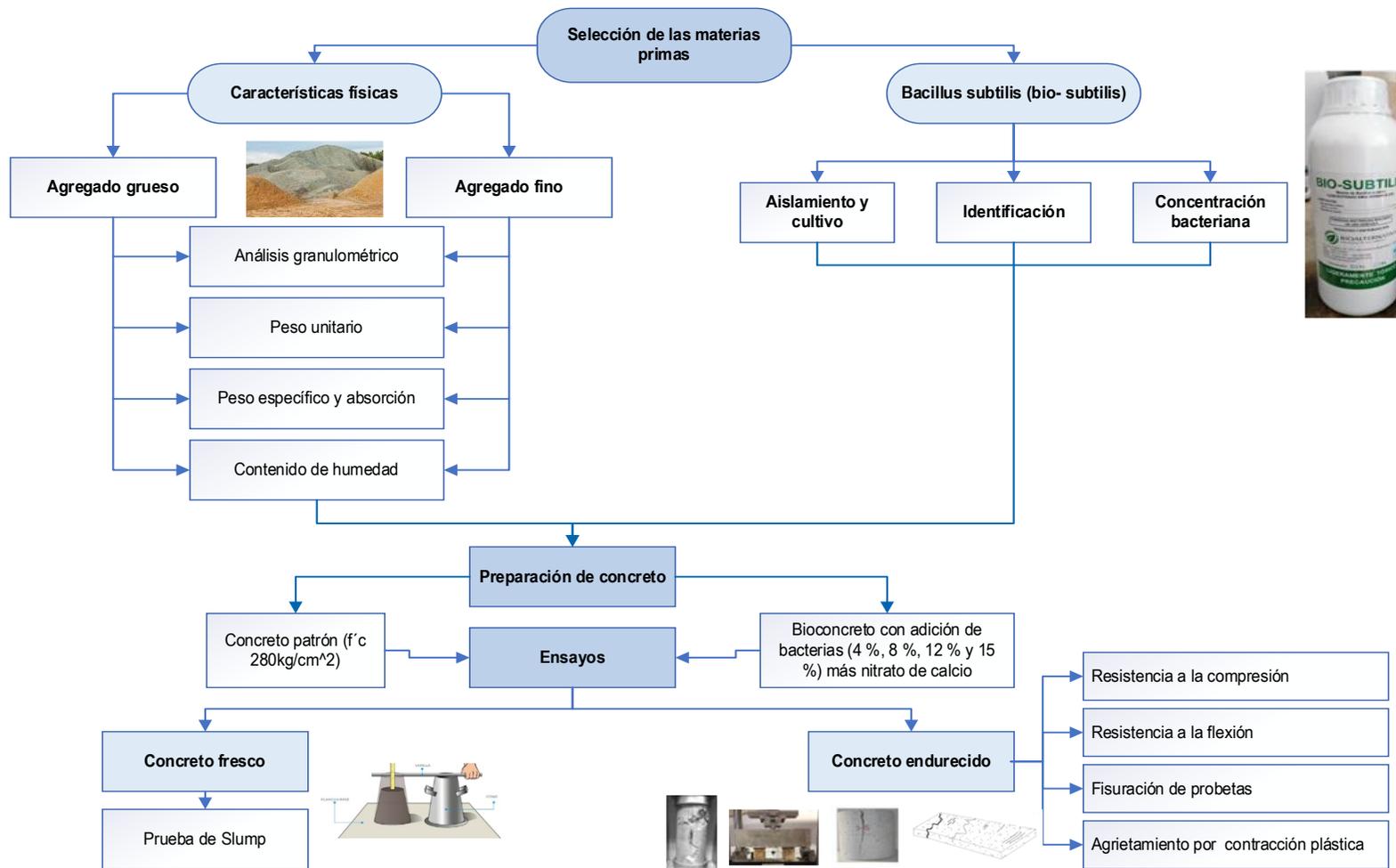


Figura 5. Obtención de materias primas.

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Métodos de análisis de datos

Se usará la estadística inferencial, mediante las pruebas paramétricas (prueba de normalidad, homocedasticidad, prueba de varianza de medias y de comparaciones múltiples) y no paramétricas, los cuales son procedimientos estadísticos que sirven para determinar si existe diferencias significativas entre los resultados esperados y los observados, además se usará la herramienta SPSS para procesar el análisis estadístico.

3.7. Aspectos éticos

Se asegura la ética de la investigación a partir del cumplimiento de los principales principios descritos en el código de ética de la Universidad César Vallejo.

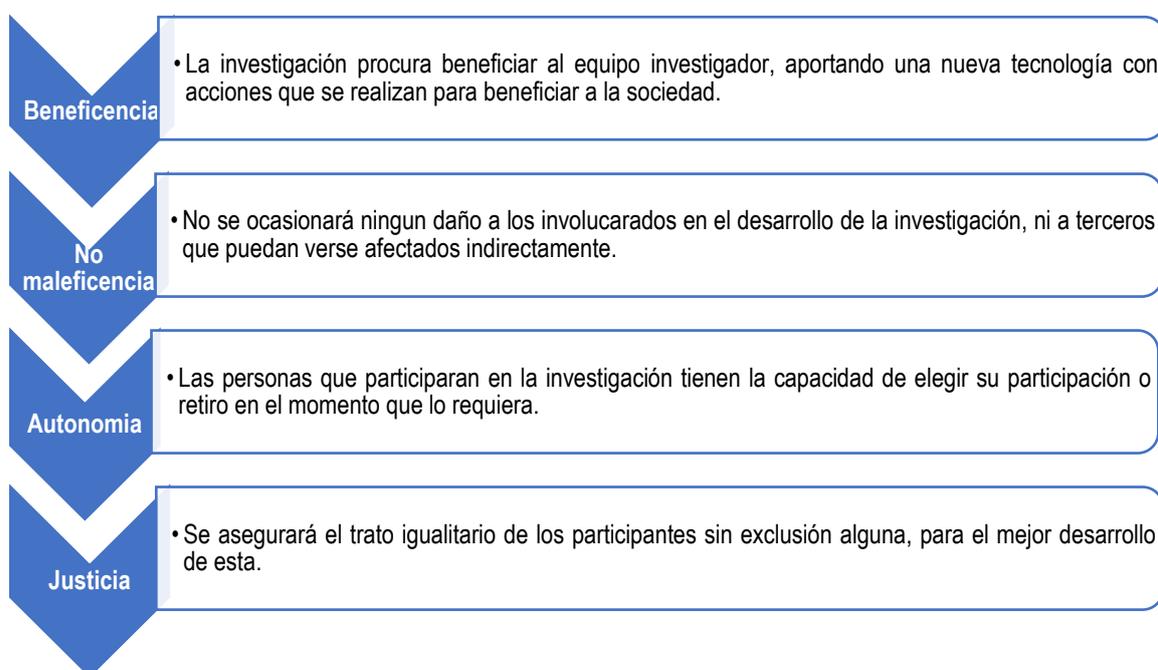


Figura 6. Aspectos éticos.

Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del objetivo específico 1



Figura 7. Morfología de colonias bacterianas crecidas en agar nutritivo.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7, se observó el crecimiento de colonias bacterianas después de haber sido incubadas a 37 °C durante 24 horas desde la siembra en las placas de Petri que contenían 20 ml de agar nutritivo, en la placa 3 se muestra un mayor crecimiento de colonias bacterianas, mientras que en las placas 1 y 2 presentaron un crecimiento lento, algunas colonias de las tres placas presentaron un color crema claro a oscuro con bordes elevados e irregulares.

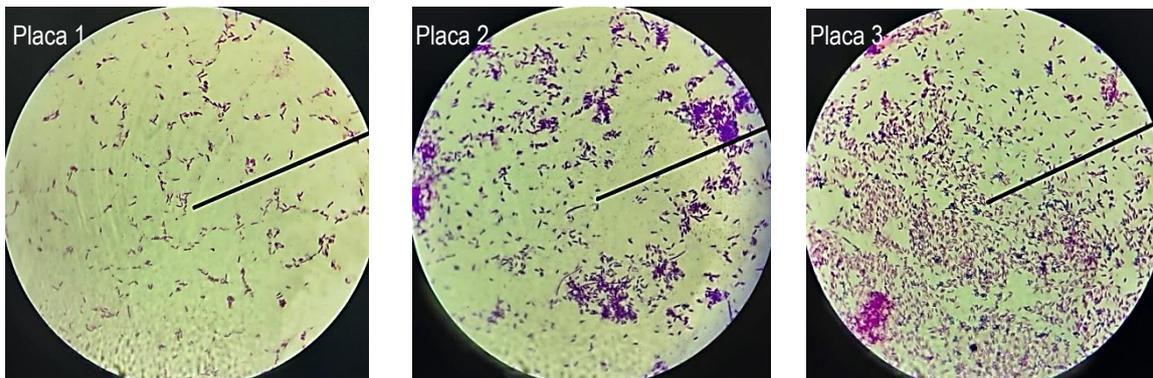


Figura 8. Microfotografía óptica de Bacillus Gram positivos (Tinción de Gram).

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 8, se presenta la identificación de *Bacillus subtilis* a través de la tinción de Gram, para la observación se utilizó un microscopio óptico de 1000X (aumentado en 1000 veces su tamaño normal) donde las bacterias Gram positivas

se tiñeron de color púrpura lo que demuestra que están compuestas por una pared celular mucho más gruesa.

4.2. Resultados del objetivo específico 2

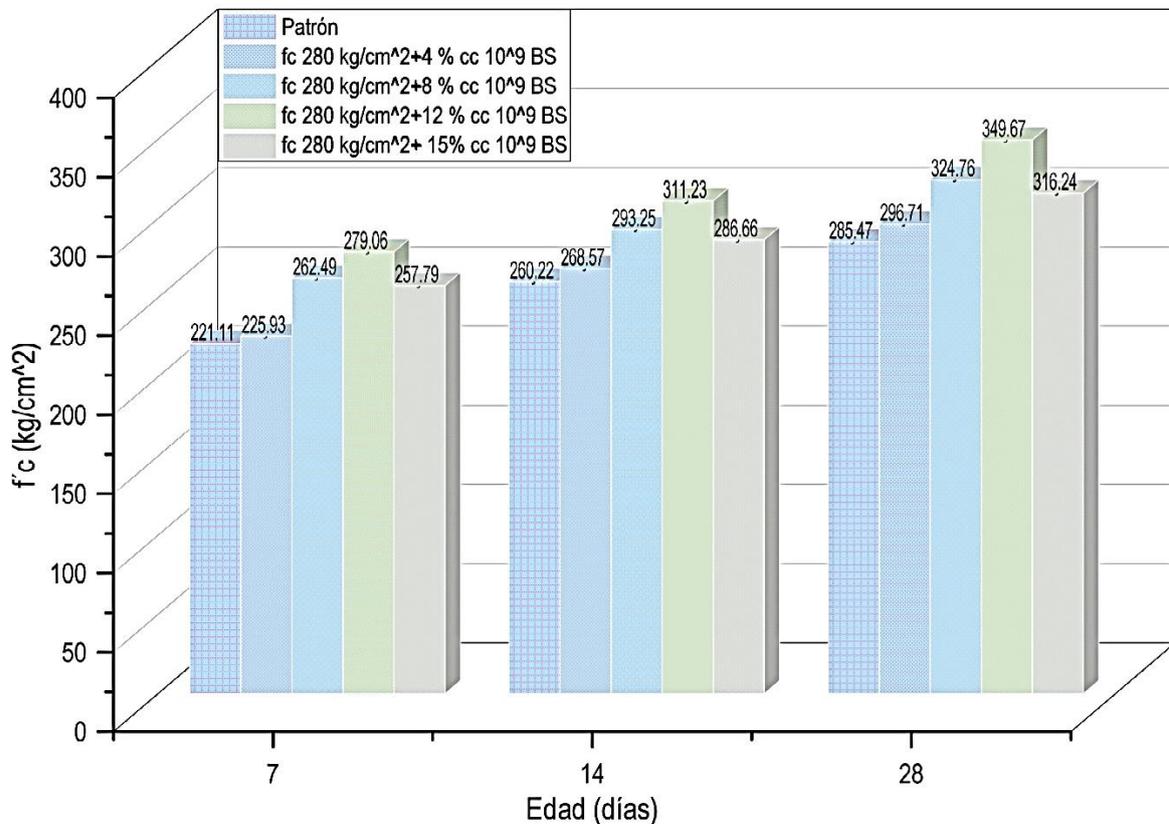


Figura 9. F'c del concreto patrón y bioconcreto.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 9, se muestra los resultados de los diferentes diseños evaluados a los 7, 14 y 28 días de curado, donde se obtuvo que la resistencia a la compresión fue de 285.47 kg/cm², 295.71 kg/cm², 324.76 kg/cm², 349.67 kg/cm² y 316.24 kg/cm² para el concreto patrón y con adiciones de Bacillus subtilis del 4%, 8%, 12% y 15% respectivamente a los 28 días, siendo el 12% la concentración bacteriana que incrementa en 22.49% con respecto al concreto de control.

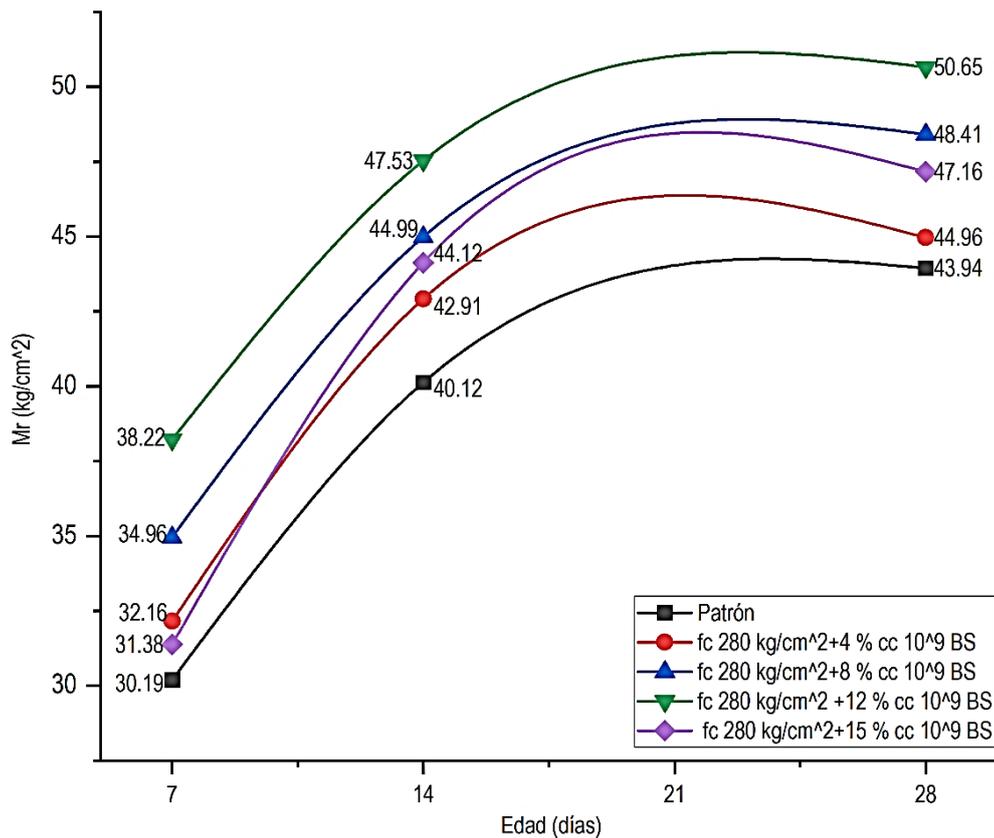


Figura 10. Mr del concreto patrón y bioconcreto.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10, se puede evidenciar los valores de la resistencia a la flexión ensayados a los 7, 14 y 28 días de curado, donde se observa la mejor resistencia a los 28 días para el concreto patrón y las adiciones bacterianas de 4%, 8%, 12%, y 15%, logrando alcanzar resistencias de 43.94 kg/cm², 44.96 kg/cm², 48.41 kg/cm², 50.65 kg/cm² y 47.16 kg/cm², la dosificación que obtuvo mejores resultados es el 12% con un incremento porcentual de 15.27% con respecto al concreto convencional.

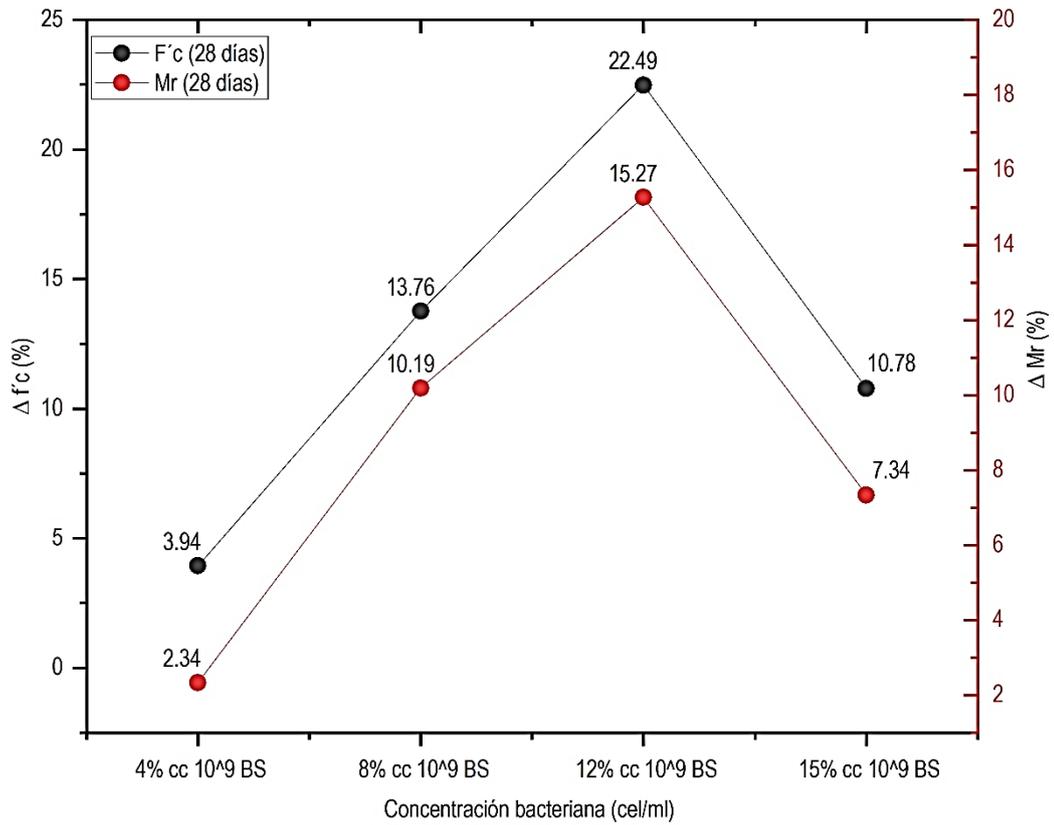


Figura 11. Variación porcentual de f'c y Mr.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 11 se visualiza la variación porcentual de 22.49% y 15.27% con la adición bacteriana del 12% para la resistencia a la compresión y flexión respectivamente evaluados a los 28 días de curado.

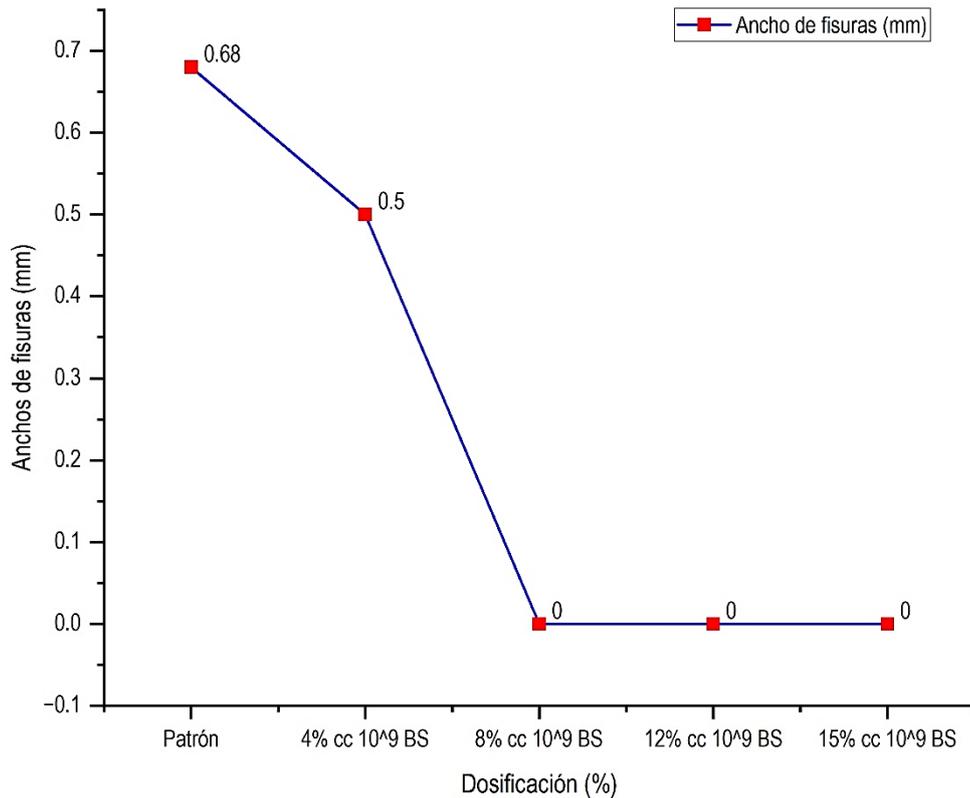


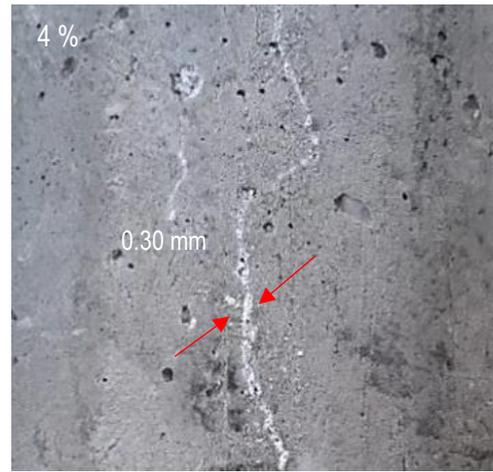
Figura 12. Anchos de fisuras por contracción plástica.

Fuente: Elaboración propia.

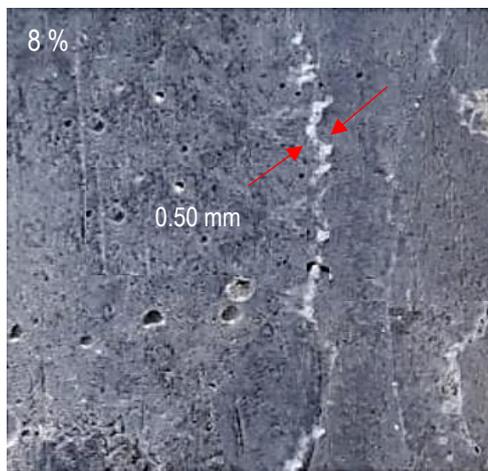
En la Figura 12 se visualiza los resultados obtenidos por contracción plástica después de haber sido evaluados durante 24 horas, se muestra que se generó fisuras de 0.68 mm para el concreto patrón, 0.50 mm para la concentración bacteriana del 4%, sin embargo, para las adiciones del 8%, 12% y 15% no se observó fisuración, los paneles elaborados para este ensayo han sido colocados en una cámara ambiente con una cubierta transparente para producir un flujo de aire uniforme sobre la superficie, el tamaño de las muestras fue de 56 cm x 35 cm x 10 cm.



(a)



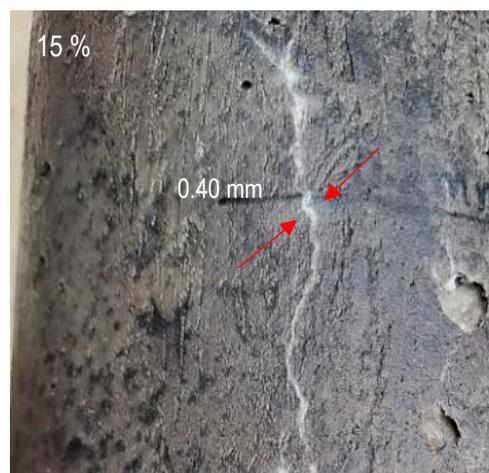
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 13. Observación visual de la cicatrización de fisuras a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

NOTA: Figura 13 (a) Fisura de 0.20 mm de ancho que no se logró cerrar en el concreto patrón. (b) Cierre de fisura de 0.30 mm de ancho con el 4% de Bacillus subtilis. (c) Cierre de fisura de 0.50 mm de ancho con el 8% de Bacillus subtilis. (d) Cierre de fisura de 0.70 mm de ancho con el 12% de Bacillus subtilis. (e) Cierre de fisura de 0.40 mm de ancho con el 15% de Bacillus subtilis.

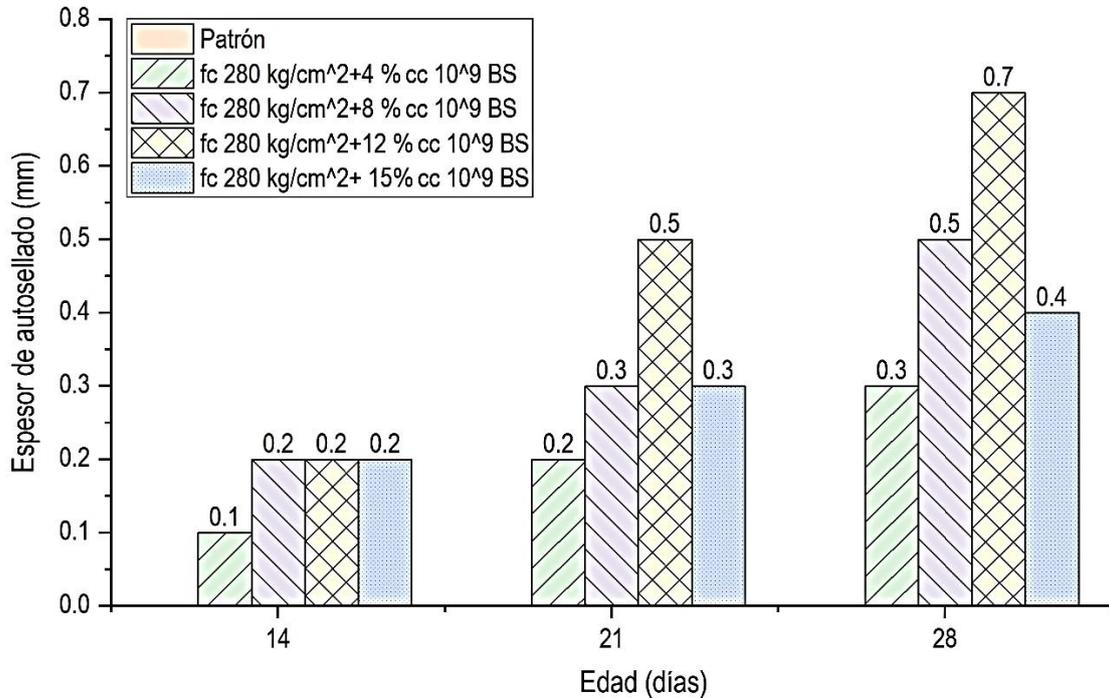


Figura 14. Proceso de autocuración de fisuras de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 14, se observa los resultados del cierre de fisuras de cada probeta ($\varnothing=10$ cm, $h=20$ cm) en diferentes edades (14, 21 y 28 días) sumergidas en agua con las concentraciones utilizadas, donde se obtuvo que el 12% cierra fisuras de hasta 0.70 mm de espesor.

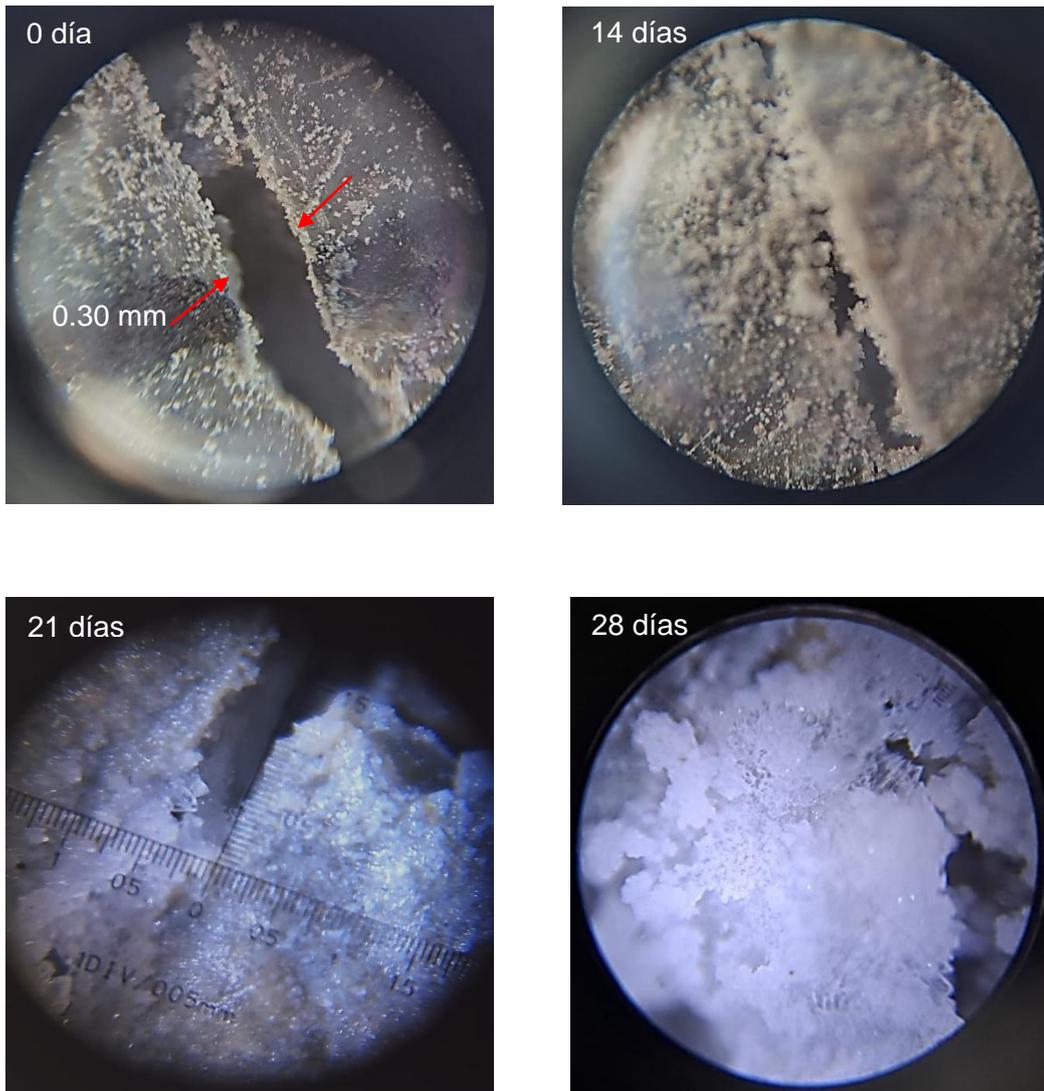


Figura 15. Imágenes microscópicas de presencia de CaCO_3 en las fisuras.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 15 ilustra las imágenes de la presencia de carbonato de calcio observadas a través de un microscopio 50X (aumentado su tamaño en 50 veces) de una fisura de 0.30 mm de ancho en diferentes tiempos de curación con una concentración bacteriana de 12%, la cual evidencia que a los 28 días de curado hubo más cristales de CaCO_3 .

4.3. Resultados del objetivo específico 3

Se determinó el porcentaje óptimo del concreto con las diferentes adiciones bacterianas y se evaluó la resistencia a la compresión y flexión en el día 28 de observación mediante pruebas estadísticas como: prueba de normalidad, homocedasticidad, varianza de medias y comparaciones múltiples.

4.3.1. Resistencia a la compresión

Tabla 7. Prueba de Normalidad (estadística f'c a los 28 días).

| | Kolmogórov-Smirnov | | Shapiro-Wilk | |
|-----------------------------|--------------------|------|--------------|------|
| | gl | Sig. | gl | Sig. |
| Resistencia a la compresión | 20 | ,200 | 20 | ,657 |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7, se visualiza que el tamaño de muestras es 20 siendo menor a 50 por tal razón se utilizó Shapiro Wilk, donde el grado de sig. es de 0.657 mayor a 0.05, por lo tanto, decimos que existe normalidad en la distribución de valores de resistencia de los diseños ensayados.

Tabla 8. Prueba de homogeneidad (estadística f'c a los 28 días).

| Descripción | Estadístico de Levene | Sig. |
|---|-----------------------|------|
| Resistencia a la compresión Se basa en la media | 1,909 | ,161 |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8, se presenta un grado de significancia de 0.161 mayor a 0.05, basado en la media y analizado mediante el estadístico de Levene, por lo tanto, existe homogeneidad entre los diseños ensayados en el día 28 de observación.

Tabla 9. Prueba de varianza de medias (estadística f'c a los 28 días).

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|-----------|------|
| Modelo corregido | 10018,484 | 4 | 2504,621 | 30,476 | ,000 |
| Intersección | 1979085,698 | 1 | 1979085,698 | 24081,239 | ,000 |
| Porcentajes | 10018,484 | 4 | 2504,621 | 30,476 | ,000 |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9, se muestra la Sig 0.00 menor a 0.05 entonces si existe diferencia significativa, por lo tanto, al menos una de las medias de los diseños fue diferente al de los demás por lo que se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se realiza la prueba de Post Hoc de comparaciones múltiples de HDS Tukey el cual demostró que el porcentaje óptimo de adición bacteriana es el 12%, ver anexo 06.

4.3.2. Resistencia a la flexión

Tabla 10. Prueba de normalidad (estadística f'c a los 28 días).

| | Kolmogorov-Smirnov | | Shapiro-Wilk | |
|--------------------------|--------------------|------|--------------|------|
| | gl | Sig. | gl | Sig. |
| Resistencia a la flexión | 20 | ,176 | 20 | ,112 |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 10, se visualiza que el tamaño de muestras es 20 menor a 50 por tal razón se utiliza Shapiro Wilk, el grado de significancia es de 0.112 mayor a 0.05, por lo tanto, decimos que las varianzas son iguales porque existe normalidad en la distribución de valores del diseño ensayado a los 28 días.

Tabla 11. Prueba de homocedasticidad (estadística f'c a los 28 días).

| Descripción | Estadístico de Levene | Sig. |
|--|-----------------------|------|
| Resistencia a la flexión Se basa en la media | 2,221 | ,116 |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11, se presenta un grado de significancia de 0.116 mayor a 0.05, basado en la media, por lo tanto, la hipótesis nula se acepta y se dice que existe homogeneidad entre los diseños.

Tabla 12. Prueba de varianza de medias (estadística f'c a los 28 días).

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|------------|------|
| Modelo corregido | 115,505 | 4 | 28,876 | 69,335 | ,000 |
| Intersección | 44222,310 | 1 | 44222,310 | 106182,388 | ,000 |
| Porcentajes | 115,505 | 4 | 28,876 | 69,335 | ,000 |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12, la significancia es 0.00 menor a 0.05 entonces si existe diferencia significativa, por lo tanto, al menos una de las medias de los diseños es diferente al de los demás después de 28 días de evaluación por lo que se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se realizó el análisis Post Hoc de HDS Tukey el cual demostró que el porcentaje óptimo de adición bacteriana es 12%, ver anexo 06.

V. DISCUSIÓN

En la Figura 7 se muestra el método de aislamiento y cultivo del compuesto *Bacillus subtilis*, usando materiales previamente esterilizados (tubos de ensayo, placas Petri y asa bacteriológica) para evitar la contaminación por otros microorganismos, se procedió a tomar 10 ml del compuesto Bio subtilis y se agregó en los tubos de ensayo, se pasó a las placas de Petri que contenían 20 ml de Agar Nutritivo (agar agar, extracto de carne de res, extracto de levadura, peptona, caseína, cloruro de sodio y agua destilada), previo a ello el agar nutritivo se ha diluido de su consistencia gelatinosa, después con un asa bacteriológica se tomó un poco de líquido para realizar la siembra en las placas Petri por el método de estriado hasta cubrir toda la placa; estas se incubaron con el cultivo durante 24 horas a una temperatura de 37 °C para proceder con la observación del crecimiento de colonias bacterianas, (Nain et al. 2019) y (Rao, Reddy y Sasikala 2017) mencionan que para el cultivo de *Bacillus subtilis* se preparó un medio de agar nutritivo en una placa de Petri que fueron incubadas a 37 °C el cual presentó colonias blancas de bordes irregulares, las células de *Bacillus subtilis* se encuentran en la vegetación y el suelo, no son patógenas y crecen en el rango de temperatura mesófila de 25 °C a 40 °C.

En la Figura 8 se muestra la identificación de bacteria *Bacillus subtilis* mediante la tinción de Gram; para este procedimiento se utilizó un asa bacteriológica para tomar una colonia y se extendió en una lámina portaobjetos que contenía una gota de agua destilada, la tinción requiere de cuatro soluciones impregnadas en la lámina portaobjetos dos colorantes (cristal violeta y safranina) y dos reactivos (lúgól y alcohol acetona); cristal violeta para incrementar la afinidad entre la célula y el tinte, lúgól para eliminar el primer tinte colocado, alcohol acetona como un segundo decolorante y safranina como un segundo colorante; para mostrar su estructura y morfología se agregó una gota de aceite de inmersión y se llevó al microscopio donde se observó que las bacterias Gram positivas se tiñeron de color púrpura, de acuerdo con (Akindahunsi, Adeyemo y Adeoye 2021) y (Vijay y Murmu 2019), describen que la morfología de las bacterias también se identificaron a través del método tinción de Gram por el cual lograron demostrar que las bacterias *Bacillus subtilis* Gram negativas se tiñeron de rojo y las Gram positivas de púrpura, siendo estas últimas las más utilizadas en el concreto por ser productoras de carbonato de

calcio, no son patógenas las cuales han demostrado tener un mayor efecto positivo en las propiedades mecánicas y cierre de grietas en el concreto.

La Figura 9 y Figura 10 muestran los resultados de la resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón y las adiciones bacterianas del 4%, 8%, 12% y 15% a los cuales se agregó 500 g/l de nitrato de calcio (alimento para las bacterias), por otro lado se obtuvieron resultados a los 7, 14 y 28 días de curado, logrando una resistencia de 349.67 kg/cm² y 50.65 kg/cm² a los 28 días con el 12% de concentración bacteriana, con variaciones porcentuales de 22.49% y 15.27% para la resistencia a la compresión y flexión respectivamente en relación al concreto convencional, de la misma manera (Mendoza y Sánchez 2017) utilizaron 500 g/l de nitrato de calcio para la elaboración del bioconcreto, mientras que (Aguilar y Saldaña 2021) obtuvieron una variación porcentual en resistencia a la compresión y flexión de 23.05% y 12.20% con una concentración bacteriana del 12%, del mismo modo (Ascate y Miranda 2019) consiguieron una variación en la resistencia a la compresión y flexión de 13.86% y 12.62% respectivamente, ambas investigaciones coinciden con las concentraciones bacterianas utilizadas, siendo el porcentaje óptimo el 12%, por otro lado (Nuñez 2020) elaboró especímenes con adiciones bacterianas del 10% y 15%, el cual muestra que con el 10% obtuvo una variación de la resistencia a la compresión de 23.85% y en la flexión de 27.85% con el 15% a una edad de 28 días, sin embargo (Quevedo y Sánchez 2021) utilizaron 0.50%, 0.75% y 1% de soluciones bacterianas para evaluar el concreto patrón f'c 210 kg/cm², logrando mejores resultados con 0.75% de *Bacillus subtilis*, luego (Ruiz y Valverde 2020) en su tesis expresan que la resistencia a la compresión disminuye en un 18.75% y 14.04% para el concreto con concentraciones bacterianas de 1×10^9 cel/ml y 1×10^{12} cel/ml respectivamente, se deduce que la causa de pérdida de resistencia es debido a los espacios generados en los especímenes de concreto por el uso de arcilla expandida como material de encapsulación de bacterias, de igual manera (Santos 2021) evidencia la pérdida de la resistencia a la compresión con variación de 25.45% con respecto al concreto convencional, debido a que en el momento de la elaboración se añadió bacterias esporuladas lo que generó espacios microscópicos en el bioconcreto.

En la Figura 12 se evidencia las muestras del ensayo de creación de fisuras por contracción plástica, estos fueron colocados a una temperatura de 28.58 °C, humedad relativa 65%, hasta el tiempo de fraguado se utilizó ventiladores con una velocidad de viento de 4.70 m/s, para luego proceder a observar las fisuras por contracción en la superficie de las muestras de acuerdo con la norma (ASTM C1579 2011), por otro lado (Nuaklong et al. 2023) elaboraron muestras de 280 mm x 177.50 mm x 50 mm estos se colocaron en una cámara de clima controlado a una temperatura de 36 °C y una humedad relativa de 30%, utilizaron ventiladores para lograr una velocidad de viento de 4.70 m/s, después de 24 horas observaron el ancho de fisuras en la superficie de las muestras que variaron entre 0.10 mm y 0.82 mm.

En la Figura 13 se observó el cierre de fisuras por la presencia de CaCO_3 , estas fisuras fueron generadas mediante el ensayo de tracción una vez que los especímenes llegaron a la edad de 7 días, el ancho de fisuras fueron medidas y marcadas con un fisurómetro para luego ser curadas y evaluadas a los 14, 21 y 28 días a través de una inspección visual directa, en cambio (Kalhori y Bagherpour 2017) utilizaron una placa de aluminio de 0.20 mm de espesor para lograr fisuras de hasta 0.20 mm de ancho y 20 mm de profundidad cuando el concreto está en estado fresco, mientras que (Zhang et al. 2017) fisuraron especímenes a través de cargas de compresión, midieron y marcaron los anchos de grietas para después sumergirlas horizontalmente en agua para ser curadas, después de 7, 14 y 28 días de cicatrización fueron visualizadas a través de inspección microscópica, de acuerdo con (Ruiz y Valverde 2020), elaboraron especímenes prismáticos para fisurarlos a través del ensayo de flexión sin llegar a la fractura completa después de 14 días de curado, luego midieron el espesor de fisuras utilizando un fisurómetro y realizando un registro fotográfico, por otra parte (Santos 2021) en su investigación realizó probetas para someterlas al ensayo de compresión y generar fisuras de diferentes espesores para proceder a medirlos con un fisurómetro a fin de conocer si las bacterias se activan y generan carbonato de calcio para sellarlas y en que lapso de tiempo lo realizan.

En la Figura 14 se obtuvo los resultados del cierre de fisuras a los 14, 21 y 28 días, logrando llenar fisuras de 0.30 mm, 0.50 mm, 0.70 mm y 0.40 mm de espesor para

concentraciones bacterianas de 4%, 8%, 12% y 15%, de igual manera (Shaheen et al. 2019) observaron que las fisuras de 1.20 mm cerraron a los 28 días, según (Vashisht y Shukla 2020) señalan que en 20 días lograron cerrar fisuras de 0.18 mm, así mismo (Feng et al. 2021) mencionan en su investigación que fisuras de 0.30 mm son selladas completamente a los 28 días, sin embargo (Vijay y Murmu 2020) observaron que la mayoría de grietas fueron cerradas completamente en un periodo de dos semanas por la presencia del material de color blanco precipitado en la superficie de las muestras, teniendo en cuenta a (Ruiz y Valverde 2020) a los 28 días las fisuras de 0.30 mm y 0.25 mm cerraron completamente con la dosificación de 1×10^9 cel/ml y 1×10^{12} cel/ml respectivamente, además para (Mendoza y Rivas 2023) las fisuras de 0.30 mm cerraron completamente y fisuras de 0.50 mm se repararon de manera parcial a los 28 días.

La Figura 15 muestra la presencia de carbonato de calcio de una probeta curada por 7 días y fisurada con un espesor de 0.30 mm que se evaluó a través de observación microscópica a los 0, 14, 21 y 28 días que corresponde a la dosificación del 12%, para lograr este resultado se elaboró una probeta por concentración bacteriana incluida el concreto patrón, del mismo modo (Rauf et al. 2020) observaron a través del microscopio que a los 28 días si hubo presencia de carbonato de calcio en las muestras microbianas, por el contrario (Santos 2021) menciona que hasta la semana tres no hubo presencia de CaCO_3 que se observe a simple vista por lo que realizó una observación a través de un estereoscopio, en donde logro apreciar que las bacterias si estaban activas generando carbonato de calcio (color gris – blanco), sin embargo (Gupta, Pang y Kua 2017) obtuvieron cristales de carbonato de calcio de 20 – 80 μm de tamaño en sus muestras elaboradas, pero el precipitado solo se visualizó en especímenes jóvenes (7 días) y se mantuvo ausente durante 28 días.

En el análisis estadístico se evaluó las propiedades de compresión y flexión a los 28 días para determinar el porcentaje óptimo, para la validación de hipótesis se empleó la prueba de normalidad donde la significancia es mayor a 0.05, por lo que se realiza la prueba de homocedasticidad basada en la media demostrando que sus varianzas son iguales por lo tanto existe homogeneidad entre los diseños de acuerdo son su resistencia y se procede a realizar la prueba de varianza de medias,

como presenta diferencia entre medias se acepta que al menos una de las medias de los diseños es diferente al de los demás de la resistencia ensayada del concreto f_c 280 kg/cm² por lo que se rechaza la hipótesis nula, por ende se realizó la prueba de Post Hoc de comparaciones múltiples de HDS Tukey donde se demuestra que si existe diferencias significativas entre la muestra patrón y los distintos porcentajes utilizados de Bacillus subtilis siendo el porcentaje óptimo el 12% para ambas propiedades.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que al adicionar bacterias *Bacillus subtilis* en el concreto convencional, estas si influyen de manera significativa y positivamente en las propiedades mecánicas del concreto como la resistencia a la compresión y flexión una vez realizadas y evaluadas las muestras a los 7, 14 y 28 días de curado.

Se concluye, que el compuesto bacteriano si contenía *Bacillus subtilis* la cual fue identificada mediante la tinción de Gram y observada a través de un microscopio con un aumento de 1000X, el cual muestra que son *Bacillus* Gram positivas y tienen forma alargada con extremos redondeados.

Se concluye, que las soluciones bacterianas de *Bacillus subtilis* del 4%, 8%, 12% y 15% adicionadas al concreto $f'c$ 280 kg/cm² fueron evaluadas a los 7, 14 y 28 días, obteniendo una variación porcentual de 22.49% y 15.27% para la resistencia a la compresión y flexión respectivamente con la adición de 12% de concentración bacteriana, además se observó el cierre de fisuras de 0.70 mm a los 28 días mediante la formación de cristales de carbonato de calcio.

Se concluye, que el porcentaje óptimo para la resistencia a la compresión y flexión es el 12% de concentración bacteriana determinada mediante la prueba de Post Hoc de comparaciones múltiples de HDS Tukey.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda elaborar bioconcreto con otros tipos de bacterias que se adapten a todo tipo de medio ambiente y su función sea la producción de carbonato de calcio, además para agregarlas al concreto tener en cuenta los métodos de adición bacteriana (encapsulación e inyección).

Se recomienda complementar los estudios existentes con otras concentraciones bacterianas entre 10^3 cel/ml a 10^{10} cel/ml y realizar la caracterización de cristales de carbonato de calcio a través de microscopía electrónica de barrido con espectroscopía de energía dispersiva de rayos X.

Se recomienda evaluar las propiedades mecánicas del concreto con adiciones bacterianas entre 12% y 20%, para verificar si disminuye o aumenta la resistencia a la compresión y flexión, en el caso de cierre de fisuras tener en cuenta un mayor tiempo como 50, 80 y 100 días para establecer cuanto sería el espesor máximo que se puede autorreparar, ya que en esta investigación solo se evaluó hasta los 28 días. Realizar aplicaciones en obras civiles.

Se recomienda evaluar con pruebas de hipótesis las propiedades del concreto como tracción, módulo elástico y durabilidad para validar el desempeño de la bacteria en esas propiedades.

REFERENCIAS

- AGUILAR Y SALDAÑA, 2021. *Bio - concreto con la Bacteria Bacillus Subtilis para el Diseño Estructural de Vivienda, Comas, 2021*. S.l.: s.n. ISBN 0000000344128.
- AKINDAHUNSI, A.A., ADEYEMO, S.M. y ADEOYE, A., 2021. The use of bacteria (Bacillus subtilis) in improving the mechanical properties of concrete. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation* [en línea], vol. 6, no. 1. ISSN 23653167. DOI 10.1007/s41024-021-00112-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41024-021-00112-7>.
- ANDIA, G. y BAUTISTA, L., 2021. *Universidad Ricardo Palma Facultad De Medicina Humana*. S.l.: s.n.
- ASCATE Y MIRANDA, 2019. "Diseño de bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210$ kg/cm² , Tarapoto - 2019". *Universidad Cesar Vallejo*, pp. 0-107.
- ASTM C1579, 2011. Designación : C1579 - 06 Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado. , pp. 1-7.
- FENG, J., CHEN, B., SUN, W. y WANG, Y., 2021. Microbial induced calcium carbonate precipitation study using Bacillus subtilis with application to self-healing concrete preparation and characterization. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 280, pp. 122460. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.122460. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122460>.
- GARCÍA AVELINO, P.A., 2021. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Farmacia y Bioquímica Unidad de Posgrado " Evaluación de la capacidad de biomineralización de un consorcio bacteriano aislado de suelos arcillosos "* TESIS Para optar el Grado Académico de Magíster en Bi. ,
- GUPTA, S., PANG, S.D. y KUA, H.W., 2017. Autonomous healing in concrete by bio-based healing agents – A review. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 146, pp. 419-428. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2017.04.111. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.111>.
- GUTIÉRREZ, A., ARRELLANO, B., GUTIÉRREZ, C., ESCALERA, E., ROMERO,

- G., SAUCEDO, J., GONZÁLEZ, J., ZAMUDIO, M., MARTÍNEZ, M., ORTIZ, M. y FLORES, Y., 2020. Aislamiento y cuantificación de microorganismos. *Manual de Microbiología General I*, pp. 80.
- HAN, S., JANG, I., CHOI, E.K., PARK, W., YI, C. y CHUNG, N., 2020. Bacterial Self-Healing Performance of Coated Expanded Clay in Concrete. *Journal of Environmental Engineering*, vol. 146, no. 7, pp. 1-6. ISSN 0733-9372. DOI 10.1061/(asce)ee.1943-7870.0001713.
- HERNÁNDEZ, E., CASTAÑEDA, I. y LIZÁRRAGA, L., 2022. El bioconcreto como agente reparante en estructuras de concreto. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, vol. 10, no. Especial2, pp. 176-183. DOI 10.29057/icbi.v10iespecial2.8667.
- JIANG, L., JIA, G., JIANG, C. y LI, Z., 2020. Sugar-coated expanded perlite as a bacterial carrier for crack-healing concrete applications. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 232, pp. 117222. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.117222. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117222>.
- JIANG, L., LU, W., WANG, W., HAN, Q. y LI, Z., 2022. Mechanical Properties and Frost Resistance of Self-Healing Concrete Based on Expanded Perlite Immobilized Bacteria. *SSRN Electronic Journal* [en línea], vol. 348, no. May, pp. 128652. ISSN 0950-0618. DOI 10.2139/ssrn.4117123. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128652>.
- KALHORI, H. y BAGHERPOUR, R., 2017. Application of carbonate precipitating bacteria for improving properties and repairing cracks of shotcrete. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 148, pp. 249-260. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2017.05.074. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.074>.
- MENDOZA, O. y RIVAS, B., 2023. *Universidad Católica de Santa María Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente Escuela Profesional de Ingeniería Civil Tesis presentada por los Bachilleres : Mendoza Tejada , Olenka Guibell Rivas Torres , Baruc Ronel Para optar el Título*. S.l.: s.n.
- MENDOZA, R. y SÁNCHEZ, J., 2017. *Análisis de la resistencia del concreto utilizando bacterias del género bacillus y biopolímeros como bioreparador*, Cusco 2016. [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:

<http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1163>.

- MONDAL, S. y (DEY) GHOSH, A., 2019. Review on microbial induced calcite precipitation mechanisms leading to bacterial selection for microbial concrete. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 225, pp. 67-75. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.07.122. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.122>.
- MORSALI, S., YUCEL ISILDAR, G., HAMED ZAR GARI, Z. y TAHNI, A., 2019. The application of bacteria as a main factor in self-healing concrete technology. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation* [en línea], vol. 4, no. 1, pp. 1-6. ISSN 23653167. DOI 10.1007/s41024-019-0045-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41024-019-0045-9>.
- NAIN, N., SURABHI, R., YATHISH, N. V., KRISHNAMURTHY, V., DEEPA, T. y THARANNUM, S., 2019. Enhancement in strength parameters of concrete by application of Bacillus bacteria. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 202, pp. 904-908. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.059. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.059>.
- NODEHI, M., OZBAKKALOGLU, T. y GHOLAMPOUR, A., 2022. A systematic review of bacteria-based self-healing concrete: Biomineralization, mechanical, and durability properties. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 49, no. January, pp. 104038. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.jobbe.2022.104038. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104038>.
- NTP 339.034, 2021. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. , no. Lima 27.
- NUAKLONG, P., JONGVIVATSAKUL, P., PHANUPORNPRAPONG, V., INTARASOONTRON, J., SHAHZADI, H., PUNGRASMI, W., THAIBOONROD, S. y LIKITLERSUANG, S., 2023. Self-repairing of shrinkage crack in mortar containing microencapsulated bacterial spores. *Journal of Materials Research and Technology* [en línea], vol. 23, pp. 3441-3454. ISSN 22387854. DOI 10.1016/j.jmrt.2023.02.010. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.02.010>.
- NUÑEZ, L., 2020. Evaluación de las propiedades del bioconcreto autorreparable con la bacteria Bacillus Subtilis, Lima - 2021. , pp. 1-118.

- PALMER, M. y PULIDO, I., 2020. Aplicación de bacterias *Bacillus Pseudofirmus* para mejorar las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en San Martín de Porres, 2020. , pp. 0-1.
- QUEVEDO Y SÁNCHEZ, 2021. *Efecto de la bacteria (bacillus subtilis) en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* . S.l.: s.n. ISBN 0000002679761.
- RAO, M.V.S., REDDY, V.S. y SASIKALA, C., 2017. Performance of Microbial Concrete Developed Using *Bacillus Subtilis* JC3. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, vol. 98, no. 4, pp. 501-510. ISSN 22502157. DOI 10.1007/s40030-017-0227-x.
- RAUF, M., KHALIQ, W., KHUSHNOOD, R.A. y AHMED, I., 2020. Comparative performance of different bacteria immobilized in natural fibers for self-healing in concrete. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 258, pp. 119578. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.119578. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119578>.
- RUIZ Y VALVERDE, 2020. *"Incorporación de bacterias Bacillus Subtilis para mejorar la capacidad autorreparable del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Lima – 2020"*. S.l.: s.n. ISBN 0000000344128.
- SAHOO, K.K., SATHYAN, A.K., SARKAR, P. y DAVIS, R., 2018. Improvement of the mechanical properties of mortar and concrete using ureolytic bacteria. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Construction Materials*, vol. 171, no. 5, pp. 179-186. ISSN 17476518. DOI 10.1680/jcoma.16.00022.
- SANTOS, 2021. *Aplicación del bioconcreto para reparar agrietamientos de los decantadores de la planta de tratamiento de agua La Atarjea - Lima*. S.l.: s.n. ISBN 0000000337.
- SHAHEEN, N., KHUSHNOOD, R.A., KHALIQ, W., MURTAZA, H., IQBAL, R. y KHAN, M.H., 2019. Synthesis and characterization of bio-immobilized nano/micro inert and reactive additives for feasibility investigation in self-healing concrete. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 226, pp. 492-506. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.07.202. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.202>.
- SHANMUGA PRIYA, T., RAMESH, N., AGARWAL, A., BHUSNUR, S. y CHAUDHARY, K., 2019. Strength and durability characteristics of concrete

- made by micronized biomass silica and Bacteria-Bacillus sphaericus. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 226, pp. 827-838. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.07.172. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.172>.
- SMITHA, M.P., SUJI, D., SHANTHI, M. y ADESINA, A., 2022. Application of bacterial biomass in biocementation process to enhance the mechanical and durability properties of concrete. *Cleaner Materials* [en línea], vol. 3, no. October 2021, pp. 100050. ISSN 27723976. DOI 10.1016/j.clema.2022.100050. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100050>.
- TANG, Y. y XU, J., 2021. Application of microbial precipitation in self-healing concrete: A review on the protection strategies for bacteria. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 306, no. August, pp. 124950. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.124950. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124950>.
- TAYEBANI, B. y MOSTOFINEJAD, D., 2019. Penetrability, Corrosion Potential, and Electrical Resistivity of Bacterial Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 31, no. 3, pp. 1-11. ISSN 0899-1561. DOI 10.1061/(asce)mt.1943-5533.0002618.
- TRIPATHI, E., ANAND, K., GOYAL, S. y REDDY, M.S., 2019. Bacterial based admixed or spray treatment to improve properties of concrete. *Sadhana - Academy Proceedings in Engineering Sciences*, vol. 44, no. 1. ISSN 09737677. DOI 10.1007/s12046-018-0999-3.
- VASHISHT, R. y SHUKLA, A., 2020. Potential application of bacteria to improve the self-healing and strength of concrete. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation* [en línea], vol. 5, no. 1. ISSN 23653167. DOI 10.1007/s41024-020-0073-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41024-020-0073-5>.
- VIJAY, K. y MURMU, M., 2019. Self-repairing of concrete cracks by using bacteria and basalt fiber. *SN Applied Sciences* [en línea], vol. 1, no. 11. ISSN 25233971. DOI 10.1007/s42452-019-1404-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1404-5>.
- VIJAY, K. y MURMU, M., 2020. Effect of calcium lactate and Bacillus subtilis bacteria on properties of concrete and self-healing of cracks. *International*

Journal of Structural Engineering, vol. 10, no. 3, pp. 217-231. ISSN 17587336.
DOI 10.1504/IJSTRUCTE.2020.108528.

ZHANG, J., LIU, Y., FENG, T., ZHOU, M., ZHAO, L., ZHOU, A. y LI, Z., 2017.
Immobilizing bacteria in expanded perlite for the crack self-healing in concrete.
Construction and Building Materials [en línea], vol. 148, pp. 610-617. ISSN
09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2017.05.021. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.021>.

ANEXOS

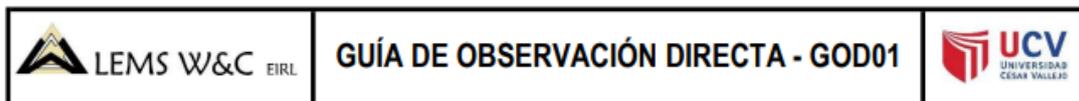
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | |
|--|--|---|---|---|---|--|
| ¿Cuál es la influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm ² , Chiclayo? | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL (H) Si adición de bacterias Bacillus subtilis a la mezcla de concreto es posible influir en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm ² . | VARIABLE INDEPENDIENTE | Actividad bacteriana. | 1. Aislamiento (h). | |
| | Determinar la influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm ² , Chiclayo. | | VARIABLE DEPENDIENTE | | Bacteria Bacillus subtilis. | 2. Cultivo (h). |
| | | | | | | 3. Identificación (h). |
| | | | | | | 4. Concentración bacteriana (cel/ml). |
| | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | | Propiedades mecánicas del bioconcreto autorreparable. | Propiedades mecánicas y cierre de fisuras. | | 5. Resistencia a la compresión (kg/cm ²). |
| | 1. Identificar la actividad bacteriana en el compuesto Bacillus subtilis para su incorporación al concreto f'c 280 kg/cm ² , Chiclayo. | | | | 6. Resistencia a la flexión (kg/cm ²). | |
| | | | | 2. Analizar la resistencia a la compresión, flexión y cierre de fisuras con la adición de 0, 4 %, 8 %, 12 % y 15 % a la mezcla de concreto f'c 280 kg/cm ² , Chiclayo. | Propiedades mecánicas del bioconcreto autorreparable. | Propiedades mecánicas y cierre de fisuras. |
| | 8. Ancho de fisuras (mm). | | | | | |
| | 3. Evaluar el porcentaje óptimo de bacterias en la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c 280 kg/cm ² , Chiclayo. | | | Propiedades mecánicas del bioconcreto autorreparable. | Porcentaje óptimo. | 9. Resistencia a la compresión con el porcentaje óptimo (kg/cm ²). |
| | | | | | | 10. Resistencia a la flexión con el porcentaje óptimo (kg/cm ²). |

ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA | INSTRUMENTO |
|---|---|--|--|--|-----------|---------------------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE: Bacteria Bacillus subtilis. | Según (Andia y Bautista 2021), es una bacteria del género Bacillus Gram positivas, tiene forma de barras con bordes redondeados, comúnmente se puede encontrar en el suelo, vegetales y aire, hace un tiempo se tenía pensado que era de tipo aeróbica (necesita oxígeno para sobrevivir), según investigaciones recientes manifiestan que pueden sobrevivir en ambientes que no tiene oxígeno; es decir, en forma anaeróbica y no son patógenas (no producen enfermedades en los seres vivos). (p. 20 y 21). | Se realizará la obtención de la bacteria Bacillus subtilis en concentración 10^9 cel/ml con la finalidad de agregar al concreto. | Actividad bacteriana. | 1. Aislamiento (h). | RAZÓN | Guía de observación |
| | | | | 2. Cultivo (h). | | Guía de observación |
| | | | | 3. Identificación (h). | NOMINAL | Guía de observación |
| | | | | 4. Concentración bacteriana (cel/ml). | RAZÓN | Guía de observación |
| VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades mecánicas del bioconcreto autorreparable. | Para (Hernández, Castañeda y Lizárraga 2022), el bioconcreto es una mezcla del concreto convencional (arena, piedra, cemento y agua), más la adición de una cierta cantidad de concentración bacteriana. Las bacterias pueden aumentar o disminuir la resistencia en las propiedades mecánicas del concreto, la variación influirá de acuerdo con la cantidad y tipos de bacterias en la mezcla. (p. 3). | Se incorporará el alimento bacteriano con relación a la cantidad de bacterias, luego se llevará a cabo el reemplazo de la solución bacteriana con relación al agua de diseño y se agregará al concreto patrón f'c 280 kg/cm ² , finalmente se elaborará probetas cilíndricas para evaluar la resistencia a la compresión y cierre de fisuras ($\phi=10$ cm, h=20 cm), especímenes tipo viga para el ensayo de flexión (10 cm x 10 cm , L=30 cm) y paneles de agrietamiento por contracción plástica (sección 56 cm x 35 cm, h=10 cm), durante 28 días se hará un seguimiento para obtener datos de los especímenes elaborados teniendo en cuenta la norma para cada propiedad. | Propiedades mecánicas y cierre de fisuras. | 5. Resistencia a la compresión (kg/cm ²). | RAZÓN | Guía de observación |
| | | | | 6. Resistencia a la flexión (kg/cm ²). | | Guía de observación |
| | | | | 7. Reducción de fisuras (mm). | INTERVALO | Guía de observación |
| | | | | 8. Ancho de fisuras (mm). | | Guía de observación |
| | | | Porcentaje óptimo. | 9. Resistencia a la compresión con el porcentaje óptimo (kg/cm ²). | RAZÓN | Guía de observación |
| | | | | 10. Resistencia a la flexión con el porcentaje óptimo (kg/cm ²). | | Guía de observación |

ANEXO 03: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE OBSERVACIÓN DIRECTA



Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L

Investigadores Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit

Investigación: Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo

Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito: Chiclayo

Adición: Sin adición de Bacillus subtilis

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

| Obs. N° | Propiedad | M001-0-07 | M002-0-07 | M003-0-07 | Promedio | |
|---------|---|---|-----------|-----------|----------|----------|
| 1 | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | 215.01 | 217.73 | 230.57 | 221.10 | |
| | | M004-0-14 M005-0-14 M006-0-14 | | | Promedio | |
| | | 258.2 | 255.54 | 266.91 | 260.22 | |
| | | M007-0-28 M008-0-28 M009-0-28 M010-0-28 | | | | Promedio |
| | | 275.33 | 276.67 | 306.89 | 282.99 | 285.47 |

| Obs. N° | Propiedad | M011-0-07 | M012-0-07 | M013-0-07 | Promedio | |
|---------|--|---|-----------|-----------|----------|----------|
| 2 | Resistencia a la flexión (kg/cm ²) | 29.72 | 32.39 | 28.45 | 30.19 | |
| | | M014-0-14 M015-0-14 M016-0-14 | | | Promedio | |
| | | 40.49 | 40.05 | 39.82 | 40.12 | |
| | | M017-0-28 M018-0-28 M019-0-28 M020-0-28 | | | | Promedio |
| | | 44.12 | 44.09 | 44.18 | 43.34 | 43.93 |

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L.

Investigadores Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit

Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable $f'c$ 280 kg/cm², Chiclayo

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Chiclayo

Adición: **4% de *Bacillus subtilis***

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

| Obs. N° | Propiedad | M021-0-07 | M022-0-07 | M023-0-07 | Promedio | |
|---------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | 229.74 | 232.00 | 216.06 | 225.93 | |
| | | M024-0-14 | M025-0-14 | M026-0-14 | M027-0-14 | Promedio |
| | | 268.67 | 258.86 | 267.07 | 279.69 | 268.57 |
| | | M028-0-28 | M029-0-28 | M030-0-28 | M031-0-28 | Promedio |
| | | 294.53 | 303.29 | 298.06 | 290.96 | 296.71 |

| Obs. N° | Propiedad | M032-0-07 | M033-0-07 | M034-0-07 | Promedio | |
|---------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 2 | Resistencia a la flexión (kg/cm ²) | 30.84 | 28.43 | 37.21 | 32.16 | |
| | | M035-0-14 | M036-0-14 | M037-0-14 | Promedio | |
| | | 40.48 | 42.37 | 45.88 | 42.91 | |
| | | M038-0-28 | M039-0-28 | M040-0-28 | M041-0-28 | Promedio |
| | | 46.26 | 45.23 | 44.09 | 44.26 | 44.96 |

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L

Investigadores Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit

Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable $f'c$ 280 kg/cm², Chiclayo

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Chiclayo

Adición: **8% de *Bacillus subtilis***

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

| Obs. N° | Propiedad | M042-0-07 | M043-0-07 | M044-0-07 | | Promedio |
|---------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | 255.67 | 265.56 | 266.22 | | 262.48 |
| | | M045-0-14 | M046-0-14 | M047-0-14 | M048-0-14 | Promedio |
| | | 290.44 | 301.82 | 292.80 | 287.91 | 293.24 |
| | | M049-0-28 | M050-0-28 | M051-0-28 | M052-0-28 | Promedio |
| | | 323.82 | 331.01 | 316.05 | 328.17 | 324.76 |

| Obs. N° | Propiedad | M053-0-07 | M054-0-07 | M055-0-07 | | Promedio |
|---------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 2 | Resistencia a la flexión (kg/cm ²) | 34.36 | 34.45 | 36.07 | | 34.96 |
| | | M056-0-14 | M057-0-14 | M058-0-14 | | Promedio |
| | | 45.43 | 45.14 | 44.40 | | 44.99 |
| | | M059-0-28 | M060-0-28 | M061-0-28 | M062-0-28 | Promedio |
| | | 48.44 | 47.78 | 49.4 | 48.03 | 48.41 |

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L

Investigadores Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit

Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Chiclayo

Adición: **12% de *Bacillus subtilis***

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

| Obs. N° | Propiedad | M063-0-07 | M064-0-07 | M065-0-07 | | Promedio |
|---------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | 285.34 | 274.40 | 277.45 | | 279.06 |
| | | | | | | Promedio |
| | | M066-0-14 | M067-0-14 | M068-0-14 | M069-0-14 | |
| | | 310.46 | 304.67 | 301.61 | 328.17 | 311.23 |
| | | | | | | Promedio |
| | | M070-0-28 | M071-0-28 | M072-0-28 | M073-0-28 | |
| | | | | | | |
| | | 333.95 | 353.76 | 352.82 | 358.15 | 349.67 |

| Obs. N° | Propiedad | M074-0-07 | M075-0-07 | M076-0-07 | | Promedio |
|---------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 2 | Resistencia a la flexión (kg/cm ²) | 38.49 | 38.1 | 38.07 | | 38.22 |
| | | | | | | Promedio |
| | | M077-0-14 | M078-0-14 | M079-0-14 | | |
| | | 47.79 | 46.07 | 48.72 | | 47.53 |
| | | | | | | Promedio |
| | | M080-0-28 | M081-0-28 | M082-0-28 | M083-0-28 | |
| | | | | | | |
| | | 50.24 | 51.06 | 50.63 | 50.65 | 50.65 |

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L

Investigadores Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit

Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable $f'c$ 280 kg/cm², Chiclayo

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Chiclayo

Adición: **15% de *Bacillus subtilis***

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

| Obs. N° | Propiedad | M084-0-07 | M085-0-07 | M086-0-07 | | Promedio |
|---------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | 268.51 | 246.40 | 258.45 | | 257.79 |
| | | M087-0-14 | M088-0-14 | M089-0-14 | M090-0-14 | Promedio |
| | | 283.86 | 280.08 | 275.76 | 306.96 | 286.67 |
| | | M091-0-28 | M092-0-28 | M093-0-28 | M094-0-28 | Promedio |
| | | 312.99 | 314.74 | 320.53 | 316.70 | 316.24 |

| Obs. N° | Propiedad | M095-0-07 | M096-0-07 | M097-0-07 | | Promedio |
|---------|--|------------|------------|------------|------------|----------|
| 2 | Resistencia a la flexión (kg/cm ²) | 33.18 | 29.78 | 31.17 | | 31.38 |
| | | M098-0-14 | M099-0-14 | M0100-0-14 | | Promedio |
| | | 43.94 | 44.75 | 43.67 | | 44.12 |
| | | M0101-0-28 | M0102-0-28 | M0103-0-28 | M0104-0-28 | Promedio |
| | | 47.65 | 46.77 | 46.61 | 47.62 | 47.16 |

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L.
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito:
Adiciones: **Sin adiciones de *Bacillus subtilis***
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Evaluación de fisuras por contracción plástica

| M0110-0-24h | | | | M0111-0-24h | | | |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio | Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| 0.00 | - | - | - | 0.00 | - | - | - |
| 6.00 | A-A | 0.30 | 0.38 | 6.00 | A'-A' | 0.35 | 0.30 |
| 6.00 | B-B | 0.45 | | 6.00 | B'-B' | 0.25 | |
| 6.00 | C-C | 0.38 | | 6.00 | C'-C' | 0.30 | |
| 22.00 | A-A | 0.45 | 0.56 | 22.00 | A'-A' | 0.53 | 0.45 |
| 22.00 | B-B | 0.68 | | 22.00 | B'-B' | 0.38 | |
| 22.00 | C-C | 0.56 | | 22.00 | C'-C' | 0.45 | |
| 24.00 | A-A | 0.60 | 0.75 | 24.00 | A'-A' | 0.70 | 0.60 |
| 24.00 | B-B | 0.90 | | 24.00 | B'-B' | 0.50 | |
| 24.00 | C-C | 0.75 | | 24.00 | C'-C' | 0.60 | |

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

Laboratorio: Laboratorio de suelos, concreto y ensayos de materiales LEMS W&C EIRL
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito:
Adiciones: **4% de *Bacillus subtilis***
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Evaluación de fisuras por contracción plástica

| M0112-0-24h | | | | M0113-0-24h | | | |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio | Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| 0.00 | - | - | - | 0.00 | - | - | - |
| 6.00 | A-A | 0.15 | 0.23 | 6.00 | A'-A' | 0.23 | 0.27 |
| 6.00 | B-B | 0.25 | | 6.00 | B'-B' | 0.30 | |
| 6.00 | C-C | 0.30 | | 6.00 | C'-C' | 0.27 | |
| 22.00 | A-A | 0.23 | 0.35 | 22.00 | A'-A' | 0.34 | 0.40 |
| 22.00 | B-B | 0.38 | | 22.00 | B'-B' | 0.45 | |
| 22.00 | C-C | 0.45 | | 22.00 | C'-C' | 0.40 | |
| 24.00 | A-A | 0.30 | 0.47 | 24.00 | A'-A' | 0.45 | 0.53 |
| 24.00 | B-B | 0.50 | | 24.00 | B'-B' | 0.60 | |
| 24.00 | C-C | 0.60 | | 24.00 | C'-C' | 0.53 | |

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

Laboratorio: Laboratorio de suelos, concreto y ensayos de materiales LEMS W&C EIRL
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable $f'c$ 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito:
Adiciones: **8% de *Bacillus subtilis***
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Evaluación de fisuras por contracción plástica

| M0114-0-24h | | | | M0115-0-24h | | | |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio | Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| 0.00 | - | - | - | 0.00 | - | - | - |
| 6.00 | A-A | NP | No Presenta | 6.00 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 6.00 | B-B | NP | | 6.00 | B'-B' | NP | |
| 6.00 | C-C | NP | | 6.00 | C'-C' | NP | |
| 22.00 | A-A | NP | No Presenta | 22.00 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 22.00 | B-B | NP | | 22.00 | B'-B' | NP | |
| 22.00 | C-C | NP | | 22.00 | C'-C' | NP | |
| 24.00 | A-A | NP | No Presenta | 24.00 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 24.00 | B-B | NP | | 24.00 | B'-B' | NP | |
| 24.00 | C-C | NP | | 24.00 | C'-C' | NP | |

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

Laboratorio: Laboratorio de suelos, concreto y ensayos de materiales LEMS W&C EIRL

Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit

Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable $f'c$ 280 kg/cm², Chiclayo

Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito:

Adiciones: **12% de *Bacillus subtilis***

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Evaluación de fisuras por contracción plástica

| M0116-0-24h | | | | M0117-0-24h | | | |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio | Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| 0.00 | - | - | - | 0.00 | - | - | - |
| 6.00 | A-A | NP | No Presenta | 6.00 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 6.00 | B-B | NP | | 6.00 | B'-B' | NP | |
| 6.00 | C-C | NP | | 6.00 | C'-C' | NP | |
| 22.00 | A-A | NP | No Presenta | 22.00 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 22.00 | B-B | NP | | 22.00 | B'-B' | NP | |
| 22.00 | C-C | NP | | 22.00 | C'-C' | NP | |
| 24.00 | A-A | NP | No Presenta | 24.00 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 24.00 | B-B | NP | | 24.00 | B'-B' | NP | |
| 24.00 | C-C | NP | | 24.00 | C'-C' | NP | |

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

Laboratorio: Laboratorio de suelos, concreto y ensayos de materiales LEMS W&C EIRL
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable $f'c$ 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito:
Adiciones: **15% de *Bacillus subtilis***
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Evaluación de fisuras por contracción plástica

| M0118-0-24h | | | | M0119-0-24h | | | |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio | Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| 0.00 | - | - | - | 0.00 | - | - | - |
| 6.00 | A-A | NP | No Presenta | 6.00 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 6.00 | B-B | NP | | 6.00 | B'-B' | NP | |
| 6.00 | C-C | NP | | 6.00 | C'-C' | NP | |
| 22.00 | A-A | NP | No Presenta | 22.00 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 22.00 | B-B | NP | | 22.00 | B'-B' | NP | |
| 22.00 | C-C | NP | | 22.00 | C'-C' | NP | |
| 24.00 | A-A | NP | No Presenta | 24.00 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 24.00 | B-B | NP | | 24.00 | B'-B' | NP | |
| 24.00 | C-C | NP | | 24.00 | C'-C' | NP | |

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

ANEXO 04: VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN DIRECTA

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo

AUTORES:

Cubas Silva Juli Marisol (orcid.org/0000-0002-5906-8478)

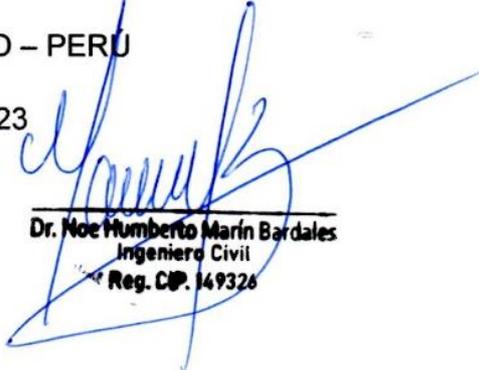
Saldaña Pérez Rosa Yudit (orcid.org/0000-0001-7023-8629)

ASESOR:

Mgtr. Cubas Armas, Marlon Robert (orcid.org/0000-0001-9750-1247)

CHICLAYO – PERU

2023


Dr. Noe Humberto Marin Bardales
Ingeniero Civil
Reg. CIP. 149326

SOLICITUD

Estimado Ing.:

Dr. Marín Bardales Noe Humberto

Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revista del instrumento que anexo, el cual tiene el objetivo de obtener la validación del instrumento de la investigación GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA, que se aplicara para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas de concreto f'c 280 kg/cm², Chiclayo.**

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencia en la materia, los cuales aportarían información para la culminación exitosa de este trabajo de investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista 1: Cubas Silva Juli Marisol

DNI: 71220077



Tesista 2: Saldaña Pérez Rosa Yudit

DNI: 75904058

GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

1. Identificación del experto

Nombre y Apellidos : Noe Humberto Marín Bardales
Centro laboral : Universidad Cesar Vallejo
Título profesional : Ingeniero Civil
Grado: Doctor Mención: Ciencia e Ingeniería
Institución donde lo obtuvo: Universidad Nacional de Trujillo
Otros estudios:

2. Instrucciones

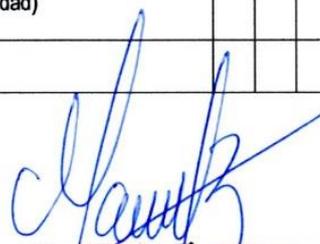
Estimado (a) especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, en el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase en anexo N° 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

3. Evaluación de juicio del experto

| INDICADORES | CATEGORÍA | | | | |
|---|-----------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general) | | | | | X |
| 2. Coherencia entre dimensiones e indicadores (visión general) | | | | | X |
| 3. El número de indicadores evalúa las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general) | | | | | X |
| 4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión) | | | | | X |
| 5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia) | | | | | X |
| 6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia) | | | | | X |
| 7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido | | | | | X |
| 8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo) | | | | | X |
| 9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden) | | | | | X |
| 10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión) | | | | | X |
| 11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad) | | | | | X |
| 12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general) | | | | | X |


Dr. Noe Humberto Marín Bardales
Ingeniero Civil
Reg. CIP. 149326

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|----|
| 13. Grado de objetividad del instrumento (visión general) | | | | | X |
| 14. Grado de relevancia del instrumento (visión general) | | | | | X |
| 15. Estructura técnica básica del instrumento (organización) | | | | | X |
| Puntaje parcial | | | | | 75 |
| Puntaje total | | | | | 75 |

Nota: Índice de validación del juicio de expertos (IVJE) = [puntaje obtenido/75] x 100

4. Escala de validación

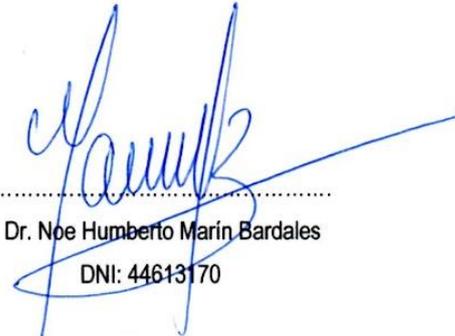
| Muy baja | Baja | Regular | Alta | Muy alta |
|--|----------|----------|--|--|
| 00 – 20% | 21 – 40% | 41 – 60% | 61% – 80% | 81% – 100% |
| El instrumento de investigación está observado | | | El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación. | El instrumento de investigación esta apto para aplicación. |
| Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente de cero (0), mayor error habrá en la validez | | | | |

5. Conclusión general de la validación y sugerencia (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

Excelente Investigación de pregrado
Sin observaciones

6. Constancia de juicio de experto

El que suscribe, Marín Bardales Noe Humberto identificado con DNI N° 44613170 certifico que realice el juicio de experto al instrumento diseñado por las tesis: Cubas Silva Juli Marisol y Saldaña Pérez Rosa Yudit, en la investigación denominada: INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 kg/cm², CHICLAYO.



Dr. Noe Humberto Marín Bardales
DNI: 44613170

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo

AUTORES:

Cubas Silva Juli Marisol (orcid.org/0000-0002-5906-8478)

Saldaña Pérez Rosa Yudit (orcid.org/0000-0001-7023-8629)

ASESOR:

Mgtr. Cubas Armas, Marlon Robert (orcid.org/0000-0001-9750-1247)

CHICLAYO – PERÚ

2023



ROBERT EDINSON SUCLEPE SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N 235606

SOLICITUD

Estimado Ing.: ROBERT EDINSON SOLLOPE SANDOVAL

Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revista del instrumento que anexo, el cual tiene el objetivo de obtener la validación del instrumento de la investigación GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA, que se aplicara para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas de concreto f'c 280 kg/cm², Chiclayo.**

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencia en la materia, los cuales aportarían información para la culminación exitosa de este trabajo de investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista 1: Cubas Silva Juli Marisol

DNI: 71220077



Tesista 2: Saldaña Pérez Rosa Yudit

DNI: 75904058

GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

1. Identificación del experto

Nombre y Apellidos : ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL
 Centro laboral : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Título profesional : INGENIERO CIVIL
 Grado: MAESTRO Mención: GESTIÓN Y DOCENCIA EDUCATIVA
 Institución donde lo obtuvo: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Otros estudios:

2. Instrucciones

Estimado (a) especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, en el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase en anexo N° 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

3. Evaluación de juicio del experto

| INDICADORES | CATEGORÍA | | | | |
|---|-----------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general) | | | | | X |
| 2. Coherencia entre dimensiones e indicadores (visión general) | | | | | X |
| 3. El número de indicadores evalúa las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general) | | | | | X |
| 4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión) | | | | X | |
| 5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia) | | | | | X |
| 6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia) | | | | | X |
| 7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido | | | | | X |
| 8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo) | | | | X | |
| 9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden) | | | | | X |
| 10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión) | | | | | X |
| 11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad) | | | | | X |
| 12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general) | | | | X | |



 ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL
 INGENIERO CIVIL

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|----|
| 13. Grado de objetividad del instrumento (visión general) | | | | | X |
| 14. Grado de relevancia del instrumento (visión general) | | | | | X |
| 15. Estructura técnica básica del instrumento (organización) | | | | | X |
| Puntaje parcial | | | | | 72 |
| Puntaje total | | | | | 72 |

Nota: Índice de validación del juicio de expertos (IVJE) = [puntaje obtenido/72] x 100

4. Escala de validación

| Muy baja | Baja | Regular | Alta | Muy alta |
|--|----------|----------|--|--|
| 00 – 20% | 21 – 40% | 41 – 60% | 61% – 80% | 81% – 100% |
| El instrumento de investigación está observado | | | El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación. | El instrumento de investigación esta apto para aplicación. |
| Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente de cero (0), mayor error habrá en la validez | | | | |

5. Conclusión general de la validación y sugerencia (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

El instrumento considera aspectos importantes y relevantes del proyecto de investigación; sin embargo, este es susceptible de seguir implementándose.

6. Constancia de juicio de experto

El que suscribe, Robert Edinson Suctupe Sandoval identificado con DNI N° 42922864 certifico que realice el juicio de experto al instrumento diseñado por las tesis: Cubas Silva Juli Marisol y Saldaña Pérez Rosa Yudit, en la investigación denominada: INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 kg/cm², CHICLAYO.



 ROBERT EDINSON SUCTUPE SANDOVAL
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N. 2354

DNI: 42922864

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo

AUTORES:

Cubas Silva Juli Marisol (orcid.org/0000-0002-5906-8478)

Saldaña Pérez Rosa Yudit (orcid.org/0000-0001-7023-8629)

ASESOR:

Mgtr. Cubas Armas, Marlon Robert (orcid.org/0000-0001-9750-1247)

CHICLAYO – PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO DE RIVERA GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS
Mgtr. JULIO CESAR SILVA ROSA
Biología - Microbiología - Parasitología

2731

SOLICITUD

Estimado:

Lic. Julio César Silva Estela

Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revista del instrumento que anexo, el cual tiene el objetivo de obtener la validación del instrumento de la investigación GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA, que se aplicara para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas de concreto f'c 280 kg/cm², Chiclayo.**

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencia en la materia, los cuales aportarían información para la culminación exitosa de este trabajo de investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista 1: Cubas Silva Juli Marisol

DNI: 71220077



Tesista 2: Saldaña Pérez Rosa Yudit

DNI: 75904058

GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

1. Identificación del experto

Nombre y Apellidos : Julio César Silva Estela

Centro laboral : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Facultad ciencias biológicas

Título profesional : Biólogo – Microbiólogo – Parasitólogo

Grado: Licenciado Mención: Microbiología y parasitología

Institución donde lo obtuvo: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Otros estudios: Maestría en ciencias – Microbiología (Desarrollo del proyecto)

2. Instrucciones

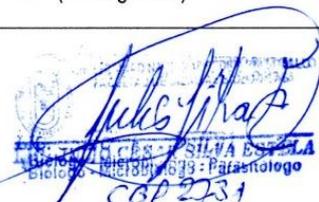
Estimado (a) especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, en el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase en anexo N° 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

3. Evaluación de juicio del experto

| INDICADORES | CATEGORÍA | | | | |
|---|-----------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general) | | | | | X |
| 2. Coherencia entre dimensiones e indicadores (visión general) | | | | | X |
| 3. El número de indicadores evalúa las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general) | | | | | X |
| 4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión) | | | | X | |
| 5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia) | | | | | X |
| 6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia) | | | | | X |
| 7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido | | | | | X |
| 8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo) | | | | | X |
| 9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden) | | | | | X |
| 10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión) | | | | | X |
| 11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad) | | | | | X |
| 12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general) | | | | | X |


 JULIO CÉSAR SILVA ESTELA
 Biólogo – Microbiólogo – Parasitólogo
 CGP 2231

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|----|
| 13. Grado de objetividad del instrumento (visión general) | | | | | X |
| 14. Grado de relevancia del instrumento (visión general) | | | | | X |
| 15. Estructura técnica básica del instrumento (organización) | | | | | X |
| Puntaje parcial | | | | | 74 |
| Puntaje total | | | | | 74 |

Nota: Índice de validación del juicio de expertos (IVJE) = [puntaje obtenido/74] x 100

4. Escala de validación

| Muy baja | Baja | Regular | Alta | Muy alta |
|--|----------|----------|--|--|
| 00 - 20% | 21 - 40% | 41 - 60% | 61% - 80% | 81% - 100% |
| El instrumento de investigación está observado | | | El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación. | El instrumento de investigación esta apto para aplicación. |
| Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente de cero (0), mayor error habrá en la validez | | | | |

5. Conclusión general de la validación y sugerencia (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

El instrumento está bien redactado y es coherente con la investigación realizada.

6. Constancia de juicio de experto

El que suscribe, Julio César Silva Estela identificado con DNI N° 16689945, certifico que realice el juicio de experto al instrumento diseñado por las tesis: Cubas Silva Juli Marisol y Saldaña Pérez Rosa Yudit, en la investigación denominada: INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C 280 kg/cm², CHICLAYO.


 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LIC. JULIO CÉSAR SILVA ESTELA
 • Biólogo • Microbiólogo • Parasitólogo
 C.B.P. 2731
 DNI: 16689945

ANEXOS N.º 1: INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA

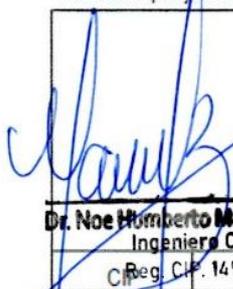
| | |
|--|---|
| GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD01 |  |
|--|---|

Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito: Chiclayo
Adición: Sin adición de Bacillus subtilis
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

| Obs. N° | Propiedad | M001-0-07 | M002-0-07 | M003-0-07 | Promedio | |
|---------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | M004-0-14 | M005-0-14 | M006-0-14 | Promedio | |
| | | M007-0-28 | M008-0-28 | M009-0-28 | M010-0-28 | Promedio |

| Obs. N° | Propiedad | M011-0-07 | M012-0-07 | M013-0-07 | Promedio | |
|---------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 2 | Resistencia a la flexión (kg/cm ²) | M014-0-14 | M015-0-14 | M016-0-14 | Promedio | |
| | | M017-0-28 | M018-0-28 | M019-0-28 | M020-0-28 | Promedio |

Validación por juicio de expertos:

| | | |
|--|---|--|
|  Dr. Noe Humberto Marín Bardales Ingeniero Civil Reg. CIP. 149325 |   ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL INGENIERO CIVIL C.I.P N 235606 |  LIC. JULI CESAR SILVA SOLÍS Biotólogo - Microbiólogo - Parasitólogo CBP 2731 |
|--|---|--|

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD02



Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L

Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit

Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo

Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito: Chiclayo

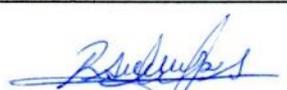
Adición: **4% de *Bacillus subtilis***

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

| Obs. N° | Propiedad | M021-0-07 | M022-0-07 | M023-0-07 | Promedio | |
|---------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | M024-0-14 | M025-0-14 | M026-0-14 | M027-0-14 | Promedio |
| | | M028-0-28 | M029-0-28 | M030-0-28 | M031-0-28 | Promedio |
| | | | | | | |

| Obs. N° | Propiedad | M032-0-07 | M033-0-07 | M034-0-07 | Promedio | |
|---------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 2 | Resistencia a la flexión (kg/cm ²) | M035-0-14 | M036-0-14 | M037-0-14 | | Promedio |
| | | M038-0-28 | M039-0-28 | M040-0-28 | M041-0-28 | Promedio |
| | | | | | | |

Validación por juicio de expertos:

| | | |
|---|--|---|
|  Dr. Noe Humberto Marin Bardales Ingeniero Civil Reg. CIP. 149326 CIP |   ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL INGENIERO CIVIL C.I.P N 235606 CIP |   L.C. JULIO CESAR SILVA SOTELA Biólogo - Microbiólogo - Parasitólogo CBP 2731 |
|---|--|---|

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD03



Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L.
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldarña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito: Chiclayo
Adición: **8% de *Bacillus subtilis***
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

| Obs. N° | Propiedad | M042-0-07 | M043-0-07 | M044-0-07 | Promedio | |
|---------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | M045-0-14 | M046-0-14 | M047-0-14 | M048-0-14 | Promedio |
| | | M049-0-28 | M050-0-28 | M051-0-28 | M052-0-28 | Promedio |
| | | | | | | |

| Obs. N° | Propiedad | M053-0-07 | M054-0-07 | M055-0-07 | Promedio | |
|---------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 2 | Resistencia a la flexión (kg/cm ²) | M056-0-14 | M057-0-14 | M058-0-14 | | Promedio |
| | | M059-0-28 | M060-0-28 | M061-0-28 | M062-0-28 | Promedio |
| | | | | | | |

Validación por juicio de expertos:

| | | |
|--|--|--|
| Dr. H. Humberto Marín Bardales Ingeniero Civil CIP Reg. CIP. 169326 | ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 235606 CIP | UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO LIC. JULY CESAR SILVA Biólogo, Microbiólogo - Parasitólogo CBP 2731 |
|--|--|--|

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD04



Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L

Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit

Investigación: Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo

Departamento: Lambayeque **Provincia:** Chiclayo **Distrito:** Chiclayo

Adición: **12% de Bacillus subtilis**

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

| Obs. N° | Propiedad | M063-0-07 | M064-0-07 | M065-0-07 | Promedio | |
|---------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | M066-0-14 | M067-0-14 | M068-0-14 | M069-0-14 | Promedio |
| | | M070-0-28 | M071-0-28 | M072-0-28 | M073-0-28 | Promedio |

| Obs. N° | Propiedad | M074-0-07 | M075-0-07 | M076-0-07 | Promedio | |
|---------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 2 | Resistencia a la flexión (kg/cm ²) | M077-0-14 | M078-0-14 | M079-0-14 | Promedio | |
| | | M080-0-28 | M081-0-28 | M082-0-28 | M083-0-28 | Promedio |

Validación por juicio de expertos:

| | | |
|---|---|--|
| Dr. Noe Humberto Marin Bardales Ingeniero Civil CIP Reg. CIP. 149326 | ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 235506 | LIC. JULIO CÉSAR SILVA ESTELA Biólogo / Microbiólogo / Parasitólogo CBP 2731 |
|---|---|--|

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD05



Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L

Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit

Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo

Departamento: Lambayeque **Provincia:** Chiclayo **Distrito:** Chiclayo

Adición: **15% de *Bacillus subtilis***

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

| Obs. N° | Propiedad | M084-0-07 | M085-0-07 | M086-0-07 | Promedio | |
|---------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | M087-0-14 | M088-0-14 | M089-0-14 | M090-0-14 | Promedio |
| | | M091-0-28 | M092-0-28 | M093-0-28 | M094-0-28 | Promedio |

| Obs. N° | Propiedad | M095-0-07 | M096-0-07 | M097-0-07 | Promedio |
|---------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2 | Resistencia a la flexión (kg/cm ²) | M098-0-14 | M099-0-14 | M100-0-14 | Promedio |
| | | M101-0-28 | M102-0-28 | M103-0-28 | M104-0-28 |

Validación por juicio de expertos:

| | | |
|--|--|---|
| Dr. Noe Humberto Marín Bardales Ingeniero Civil CIP Reg. CIP 149326 | ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL INGENIERO CIVIL CIP N° 235606 | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE CIENCIAS ING. JULIO CESAR SILVA ESTELA Biólogo - Microbiólogo - Parasitólogo CIP 2731 |
|--|--|---|

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD07



Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito: Chiclayo
Adiciones: **Sin adiciones de *Bacillus subtilis***
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Evaluación de fisuras por contracción plástica

| M0110-0-24h | | | | M0111-0-24h | | | |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio | Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| 0.00 | - | | | 0.00 | - | | |
| 6.00 | A-A | | | 6.00 | A'-A' | | |
| 6.00 | B-B | | | 6.00 | B'-B' | | |
| 6.00 | C-C | | | 6.00 | C'-C' | | |
| 22.00 | A-A | | | 22.00 | A'-A' | | |
| 22.00 | B-B | | | 22.00 | B'-B' | | |
| 22.00 | C-C | | | 22.00 | C'-C' | | |
| 24.00 | A-A | | | 24.00 | A'-A' | | |
| 24.00 | B-B | | | 24.00 | B'-B' | | |
| 24.00 | C-C | | | 24.00 | C'-C' | | |

Validación por juicio de expertos:

| | | |
|---|--|--|
|  Dr. Noe Humberto Marin Bardales Ingeniero Civil CIP Reg. CIP 149326 |  ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL INGENIERO CIVIL C.I.P N 235606 |  UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TROPICÓ FACULTAD DE INGENIERÍA DR. JULIO CESAR SILVA ESPINOZA Biólogo, Microbiólogo, Parasitólogo CBO 9731 |
|---|--|--|

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD08



Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito: Chiclayo
Adiciones: **4% de Bacillus subtilis**
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Evaluación de fisuras por contracción plástica

| M0112-0-24h | | | | M0113-0-24h | | | |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio | Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| 0.00 | - | | | 0.00 | - | | |
| 6.00 | A-A | | | 6.00 | A'-A' | | |
| 6.00 | B-B | | | 6.00 | B'-B' | | |
| 6.00 | C-C | | | 6.00 | C'-C' | | |
| 22.00 | A-A | | | 22.00 | A'-A' | | |
| 22.00 | B-B | | | 22.00 | B'-B' | | |
| 22.00 | C-C | | | 22.00 | C'-C' | | |
| 24.00 | A-A | | | 24.00 | A'-A' | | |
| 24.00 | B-B | | | 24.00 | B'-B' | | |
| 24.00 | C-C | | | 24.00 | C'-C' | | |

Validación por juicio de expertos:

| | | |
|---|--|--|
|  Dr. Humberto Marin Bardales Ingeniero Civil CP Reg. CIP. 149326 |  ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL INGENIERO CIVIL CIP N 235605 |  UNIVERSIDAD NACIONAL CESAR VALLEJO FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS LIC. JULIO CÉSAR SILVA ESTELA - Biólogo - Microbiólogo - Parasitólogo CBP 9731 |
|---|--|--|

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD09

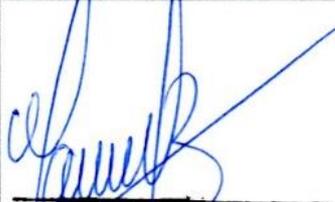


Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito: Chiclayo
Adiciones: **8% de Bacillus subtilis**
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Evaluación de fisuras por contracción plástica

| M0114-0-24h | | | | M0115-0-24h | | | |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio | Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| 0.00 | - | | | 0.00 | - | | |
| 6.00 | A-A | | | 6.00 | A'-A' | | |
| 6.00 | B-B | | | 6.00 | B'-B' | | |
| 6.00 | C-C | | | 6.00 | C'-C' | | |
| 22.00 | A-A | | | 22.00 | A'-A' | | |
| 22.00 | B-B | | | 22.00 | B'-B' | | |
| 22.00 | C-C | | | 22.00 | C'-C' | | |
| 24.00 | A-A | | | 24.00 | A'-A' | | |
| 24.00 | B-B | | | 24.00 | B'-B' | | |
| 24.00 | C-C | | | 24.00 | C'-C' | | |

Validación por juicio de expertos:

| | | |
|--|---|--|
|  Dr. Noe Humberto Marín Bardales Ingeniero Civil CIP Reg. CIP. 1477 |  ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 235606 CIP |  UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA LIC. JULIO CESAR SILVA ESTELA Biólogo - Microbiólogo - Parasitólogo CBP 2731 |
|--|---|--|

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD040



Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito: Chiclayo
Adiciones: **12% de Bacillus subtilis**
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Evaluación de fisuras por contracción plástica

| M0116-0-24h | | | | M0117-0-24h | | | |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio | Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| 0.00 | - | | | 0.00 | - | | |
| 6.00 | A-A | | | 6.00 | A'-A' | | |
| 6.00 | B-B | | | 6.00 | B'-B' | | |
| 6.00 | C-C | | | 6.00 | C'-C' | | |
| 22.00 | A-A | | | 22.00 | A'-A' | | |
| 22.00 | B-B | | | 22.00 | B'-B' | | |
| 22.00 | C-C | | | 22.00 | C'-C' | | |
| 24.00 | A-A | | | 24.00 | A'-A' | | |
| 24.00 | B-B | | | 24.00 | B'-B' | | |
| 24.00 | C-C | | | 24.00 | C'-C' | | |

Validación por juicio de expertos:

| | | |
|---|--|--|
|  Dr. H. Humberto Marin Bardales Ingeniero Civil CIP Reg. CIP. 149326 |  ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL INGENIERO CIVIL C.I.P N 235606 |  UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA LIC. JULIA CESAR SILVA ESTELA Biólogo - Microbiólogo - Parasitólogo CBP 2731 |
|---|--|--|

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD044



Laboratorio: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L.
Investigadores: Cubas Silva Juli Marisol & Saldaña Pérez Rosa Yudit
Investigación: Influencia de la Bacteria *Bacillus subtilis* en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo
Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito: Chiclayo
Adiciones: **15% de *Bacillus subtilis***
Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Evaluación de fisuras por contracción plástica

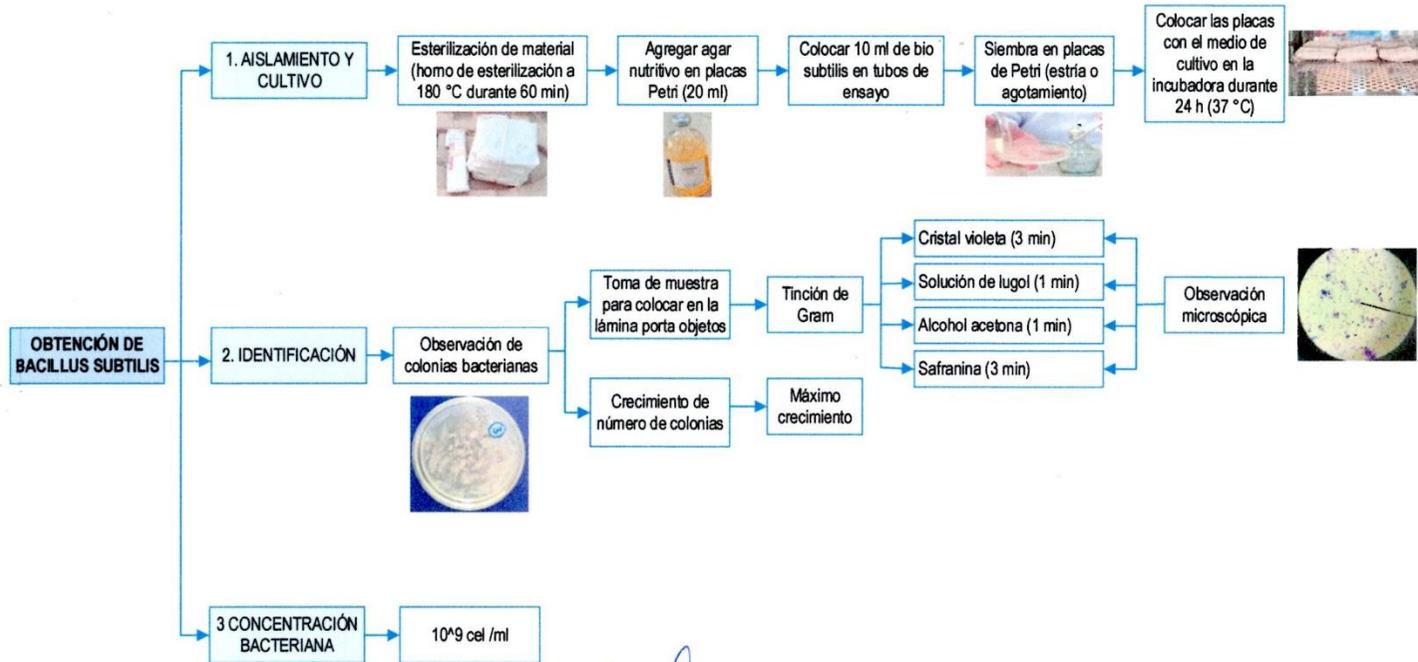
| M0118-0-24h | | | | M0119-0-24h | | | |
|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio | Tiempo (horas) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| 0.00 | - | | | 0.00 | - | | |
| 6.00 | A-A | | | 6.00 | A'-A' | | |
| 6.00 | B-B | | | 6.00 | B'-B' | | |
| 6.00 | C-C | | | 6.00 | C'-C' | | |
| 22.00 | A-A | | | 22.00 | A'-A' | | |
| 22.00 | B-B | | | 22.00 | B'-B' | | |
| 22.00 | C-C | | | 22.00 | C'-C' | | |
| 24.00 | A-A | | | 24.00 | A'-A' | | |
| 24.00 | B-B | | | 24.00 | B'-B' | | |
| 24.00 | C-C | | | 24.00 | C'-C' | | |

Validación por juicio de expertos:

| | | |
|---|---|---|
|  Dr. Ing. Humberto Marín Bardales Ingeniero Civil CIP Reg. CIP. 149326 |  Robert Edanson Suelupe Sandoval INGENIERO CIVIL CIP N. 238606 |  J.C. JULIO CÉSAR SILVA SOLA Biólogo - Microbiólogo - Parasitólogo CBA 2731 |
|---|---|---|

Nota: Instrumento elaborado por los investigadores, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

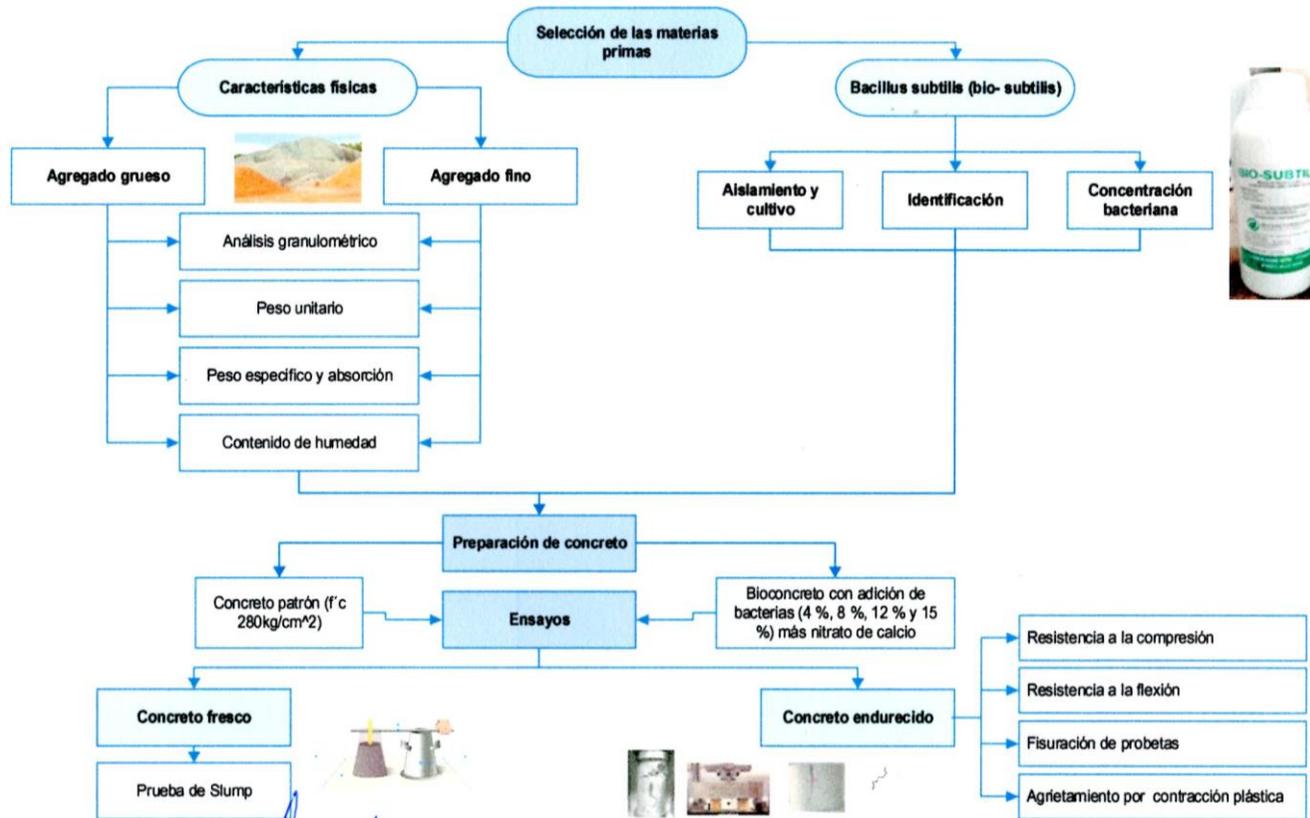
ANEXO N.º 2: PROCEDIMIENTO



Verificación del compuesto Bio subtilis
Fuente: Elaboración propia.

[Signature]
Dr. Noe Humberto Marin Bardales
Ingeniero Civil
Reg. CIP. 149326

[Signature]
ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P N 235606
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJON
FACULTAD DE INGENIERIA
LIC. JULIO CESAR SILVA
Biología, Microbiología - Parasitología
CIP 273



Obtención de materias primas.

Fuente: Elaboración propia

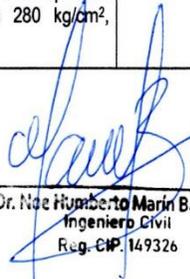
Humberto Marin Bardales
 Dr. Nce Humberto Marin Bardales
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. 149326

Robert Edinson Soclupe Sandoval
 ROBERT EDINSON SOCLOPE SANDOVAL
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.N 235606

Julio Cesar...
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LIC. JULIO CESAR...
 y Biólogo / Microbiólogo - Parasitólogo
 CIP 2731

ANEXO N.º 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES |
|--|---|---|---|-----------------------------------|---|
| ¿Cuál es la influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo? | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL (H) | VARIABLE INDEPENDIENTE | Actividad bacteriana. | 1. Aislamiento (h). |
| | Determinar la influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo. | Si adicionó bacteria Bacillus subtilis a la mezcla de concreto es posible influir en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm². | Bacteria Bacillus subtilis. | | 2. Cultivo (h). |
| | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | | VARIABLE DEPENDIENTE | | 3. Identificación (h). |
| | 1. Identificar la actividad bacteriana en el compuesto Bacillus subtilis para incorporar al concreto f'c 280 kg/cm², Chiclayo. | | Propiedades mecánicas del bioconcreto autorreparable. | | Propiedades mecánicas y cierre de fisuras. |
| 2. Analizar la resistencia a la compresión, flexión y cierre de fisuras con la adición de 0, 4 %, 8 %, 12 % y 15 % a la mezcla de concreto f'c 280 kg/cm², Chiclayo. | 5. Resistencia a la compresión (kg/cm²). | | | | |
| 3. Evaluar el porcentaje óptimo de bacterias en la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c 280 kg/cm², Chiclayo. | 6. Resistencia a la flexión (kg/cm²). | | | | |
| | | | | Evaluación del porcentaje óptimo. | 7. Cierre de fisuras (mm). |
| | | | | | 8. Ancho de fisuras (mm). |
| | | | | | 9. Resistencia a la compresión con el porcentaje óptimo (kg/cm²). |
| | | | | | 10. Resistencia a la flexión con el porcentaje óptimo (kg/cm²). |

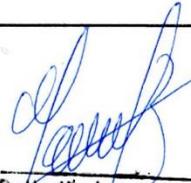

Dr. Née Humberto Marín Bardales
 Ingeniero Civil
 Reg. C.P. 149326


ROBERTO SANDOVAL SANCHEZ SANCHEZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.N. 235606


LIC. JULIO CESAR SILVA ESTELA
 Biólogo - Microbiólogo - Parasitólogo
 1557273A

ANEXO N.º 4: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA |
|---|---|---|--|---|-----------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE: Bacteria Bacillus subtilis. | Según (Andia y Bautista 2021), es una bacteria del género Bacillus Gram positivas, tiene forma de barras con bordes redondeados, comúnmente se puede encontrar en el suelo, vegetales y aire, hace un tiempo se tenía pensado que era de tipo aeróbica (necesita oxígeno para sobrevivir), según investigaciones recientes manifiestan que pueden sobrevivir en ambientes que no tiene oxígeno; es decir, en forma anaeróbica y no son patógenas (no producen enfermedades en los seres vivos). (p. 20 y 21). | Se realizará la obtención de la bacteria Bacillus subtilis en concentración 10 ⁹ cel/ml con la finalidad de agregar al concreto. | Actividad bacteriana. | 1. Aislamiento (h). | RAZÓN |
| | | | | 2. Cultivo (h). | |
| | | | | 3. Identificación (h). | NOMINAL |
| | | | | 4. Concentración bacteriana (cel/ml). | RAZÓN |
| VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades mecánicas del bioconcreto autorreparable. | Para (Hernández, Castañeda y Lizárraga 2022), el bioconcreto es una mezcla del concreto convencional (arena, piedra, cemento y agua), más la adición de una cierta cantidad de concentración bacteriana. Las bacterias pueden aumentar o disminuir la resistencia en las propiedades mecánicas del concreto, la variación influirá de acuerdo con la cantidad y tipos de bacterias en la mezcla. (p. 3). | Se incorporará el alimento bacteriano con relación a la cantidad de bacterias, luego se llevará a cabo el reemplazo de la solución bacteriana con relación al agua de diseño y se agregará al concreto patrón f'c 280 kg/cm ² , finalmente se elaborará probetas cilíndricas para evaluar la resistencia a la compresión y cierre de fisuras (ø=10 cm, h=20 cm), probetas tipo viga para el ensayo de flexión (15 cm x 15 cm , L=50 cm) y paneles de agrietamiento por contracción plástica (sección 56 cm x 35 cm, h=10 cm), durante 28 días se hará un seguimiento para obtener datos de los especímenes elaborados teniendo en cuenta la norma para cada propiedad. | Propiedades mecánicas y cierre de fisuras. | 5. Resistencia a la compresión (kg/cm ²). | RAZÓN |
| | | | | 6. Resistencia a la flexión (kg/cm ²). | |
| | | | | 7. Cierre de fisuras (mm). | INTERVALO |
| | | | | 8. Ancho de fisuras (mm). | RAZÓN |
| | | | 9. Resistencia a la compresión con el porcentaje óptimo (kg/cm ²). | | |
| | | | 10. Resistencia a la flexión con el porcentaje óptimo (kg/cm ²). | INTERVALO | |


Dr. Noe Humberto Marin Bardales
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. 149326


ROBERT EDINSON SUELUPÉ SANDOVAL
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P N 235606


 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
LIC. GUILERO CESAR SILVA
 Biólogo - Microbiólogo - Parasitólogo
 C.B.P 2731

ANEXO 05: ENSAYOS



INFORME DE ENSAYO N° 4311

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS
Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm², DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")

REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

EXAMEN CUANTITATIVO

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : La Victoria

I.- DATOS

| | |
|------------------|---------|
| ENSAYO N° | 1 |
| GRADUACION | "A" |
| ESFERAS | 12 |
| RECUPERADO TOTAL | 5000.0 |
| 1 1/2" - 1" | 1250.0 |
| 1" - 3/4" | 1250.0 |
| 3/4" - 1/2" | 1250.0 |
| 1/2" - 3/8" | 1250.0 |
| VUELTAS | 500 |
| RETENCION N° 12 | 4329.0 |
| % RETENIDO N° 12 | 86.58 % |
| % DESGASTE | 13.42 % |
| % UNIFORMIDAD | 0.66 % |
| % TOTAL | 100 % |
| PROMEDIO | 13.4 % |

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


German Gasteo Chirinos
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO Nº 4312

(Pág. 01 de 01)

Expediente Nº : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm², DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")

REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

EXAMEN CUANTITATIVO

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Tres Tomas

I.- DATOS

| | |
|------------------|---------|
| ENSAYO Nº | 1 |
| GRADUACION | "A" |
| ESFERAS | 12 |
| RECUPERADO TOTAL | 5000.0 |
| 1 1/2" - 1" | 1250.0 |
| 1" - 3/4" | 1250.0 |
| 3/4" - 1/2" | 1250.0 |
| 1/2" - 3/8" | 1250.0 |
| VUELTAS | 500 |
| RETENCION Nº 12 | 4671.0 |
| % RETENIDO Nº 12 | 93.42 % |
| % DESGASTE | 6.58 % |
| % UNIFORMIDAD | 0.56 % |
| % TOTAL | 100 % |
| PROMEDIO | 6.6 % |

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", Nº de esferas : 12, Revoluciones : total 500

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C

FERMATI S.A.C. CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 4313

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")

REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

EXAMEN CUANTITATIVO

Muestra : Piedra Chancada
Cantera : San Nicolas

I.- DATOS

| | |
|------------------|---------|
| ENSAYO N° | 1 |
| GRADUACION | "A" |
| ESFERAS | 12 |
| RECUPERADO TOTAL | 5000.0 |
| 1 1/2" - 1" | 1250.0 |
| 1" - 3/4" | 1250.0 |
| 3/4" - 1/2" | 1250.0 |
| 1/2" - 3/8" | 1250.0 |
| VUELTAS | 500 |
| RETENCION N° 12 | 3748.0 |
| % RETENIDO N° 12 | 74.96 % |
| % DESGASTE | 25.04 % |
| % UNIFORMIDAD | 0.52 % |
| % TOTAL | 100 % |
| PROMEDIO | 25.0 % |

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gasteo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C




 Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 4314

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm², DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")
 REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

EXAMEN CUANTITATIVO

Muestra : Piedra Chancada
Cantera : Piedra Chancada

I.- DATOS

| | |
|------------------|---------|
| ENSAYO N° | 1 |
| GRADUACION | "A" |
| ESFERAS | 12 |
| RECUPERADO TOTAL | 5000.0 |
| 1 1/2" - 1" | 1250.0 |
| 1" - 3/4" | 1250.0 |
| 3/4" - 1/2" | 1250.0 |
| 1/2" - 3/8" | 1250.0 |
| VUELTAS | 500 |
| RETENCION N° 12 | 4080.0 |
| % RETENIDO N° 12 | 81.60 % |
| % DESGASTE | 18.40 % |
| % UNIFORMIDAD | 0.70 % |
| % TOTAL | 100 % |
| PROMEDIO | 18.4 % |

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gasteio Chirinos
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
JULI MARISOL CUBAS SILVA
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F' C 280 kg/cm², CHICLAYO"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de vaciado : Lunes, 01 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 280 kg/cm²

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I-PACASMAYO
2.- Peso específico : 3120 kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

| | | |
|------------------------------------|---------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.560 | gr/cm ³ |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.585 | gr/cm ³ |
| 3.- Peso unitario suelto | 1509.59 | Kg/m ³ |
| 4.- Peso unitario compactado | 1712.63 | Kg/m ³ |
| 5.- % de absorción | 0.97 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 1.03 | % |
| 7.- Módulo de fineza | 2.75 | |

Granulometría :

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Tres Tomas - Ferreflate

| | | |
|------------------------------------|---------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.659 | gr/cm ³ |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.699 | gr/cm ³ |
| 3.- Peso unitario suelto | 1332.32 | Kg/m ³ |
| 4.- Peso unitario compactado | 1447.49 | Kg/m ³ |
| 5.- % de absorción | 1.51 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.90 | % |
| 7.- Tamaño máximo | 3/4" | Pulg. |
| 8.- Tamaño máximo nominal | 1/2" | Pulg. |

| Malla | % Retenido | % Acumulado que pasa |
|--------|------------|----------------------|
| 3/8" | 0.0 | 100.0 |
| Nº 04 | 4.0 | 96.0 |
| Nº 08 | 10.9 | 85.1 |
| Nº 16 | 18.8 | 66.4 |
| Nº 30 | 25.8 | 40.5 |
| Nº 50 | 18.5 | 22.0 |
| Nº 100 | 7.3 | 14.8 |
| Fondo | 14.8 | 0.0 |

| Malla | % Retenido | % Acumulado que pasa |
|--------|------------|----------------------|
| 2" | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 5.4 | 94.6 |
| 3/4" | 13.5 | 81.1 |
| 1/2" | 33.4 | 47.8 |
| 3/8" | 22.7 | 25.1 |
| Nº 04 | 24.3 | 0.8 |
| Fondo | 0.8 | 0.0 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. EN INGENIERÍA DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 01 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 280 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2354 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 221 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 79 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 12.7 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.535

Cantidad de materiales por metro cúbico :

| | | | |
|-----------------|-----|-------------------|--|
| Cemento | 540 | Kg/m ³ | : Tipo I-PACASMAYO |
| Agua | 289 | L | : Potable de la zona. |
| Agregado fino | 743 | Kg/m ³ | : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo |
| Agregado grueso | 783 | Kg/m ³ | : Piedra Chancada - Cantera Tres Tomas |

Proporción en peso :

| | | | | | |
|--|---------|-------|--------|------|---------------------|
| | Cemento | Arena | Piedra | Agua | |
| | 1.0 | 1.38 | 1.45 | 22.7 | Lts/pe ³ |

Proporción en volumen :

| | | | | | |
|--|-----|------|------|------|---------------------|
| | 1.0 | 1.37 | 1.64 | 22.7 | Lts/pe ³ |
|--|-----|------|------|------|---------------------|

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



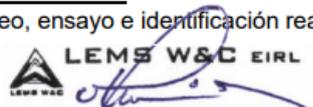
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Lunes, 01 de Mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a edición.
 Referencia : N.T.P. 339.184 : 2021

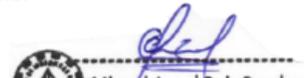
| Diseño | IDENTIFICACIÓN | Diseño | Fecha de vaciado | Temperatura (C°) |
|--------|---|---------------------------|------------------|------------------|
| | | f'c (kg/cm ²) | (Días) | |
| DM-01 | D.P 280: Diseño Patrón 280 kg/cm ² | 280 | 01/05/2023 | 28.5 |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



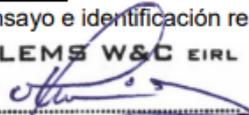

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Lunes, 01 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a edición.
 Referencia : N.T.P. 339.184 : 2021

| Diseño | IDENTIFICACIÓN | Diseño | Fecha de vaciado | Temperatura (C°) |
|--------|--|---------------------------|------------------|------------------|
| | | f'c (kg/cm ²) | (Días) | |
| DM-01 | M.P + 4% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 4% Bacillus Subtilis | 280 | 01/05/2023 | 30.0 |
| DM-02 | M.P + 8% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 8% Bacillus Subtilis | 280 | 01/05/2023 | 30.0 |
| DM-03 | M.P + 12% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 12% Bacillus Subtilis | 280 | 02/05/2023 | 31.5 |
| DM-04 | M.P + 15% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 15% Bacillus Subtilis | 280 | 02/05/2023 | 31.0 |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS
 EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
 BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Lunes, 01 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo.

Referencia : N.T.P. 339.035 : 2022

| Diseño | IDENTIFICACIÓN | Diseño | Fecha de vaciado | Asentamiento | |
|--------|---|---------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| | | f'c (kg/cm ²) | (Días) | Obtenido (pulg) | Obtenido (cm) |
| DM-01 | D.P 280: Diseño Patrón 280 kg/cm ² | 280 | 01/05/2023 | 4 | 10.16 |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS
 EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
 BIOAUTORREPARABLE F' C 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Lunes, 01 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023

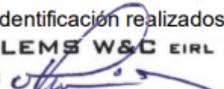
Ensayo : CONCRETO. Método del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo.

Referencia : N.T.P. 339.035 : 2022

| Diseño | IDENTIFICACIÓN | Diseño | Fecha de vaciado | Asentamiento | |
|--------|--|---------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| | | f'c (kg/cm ²) | (Días) | Obtenido (pulg) | Obtenido (cm) |
| DM-02 | M.P + 4% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 4% Bacillus Subtilis | 280 | 01/05/2023 | 4 | 10.16 |
| DM-03 | M.P + 8% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 8% Bacillus Subtilis | 280 | 01/05/2023 | 3 1/2 | 8.89 |
| DM-03 | M.P + 12% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 12% Bacillus Subtilis | 280 | 02/05/2023 | 3 | 7.62 |
| DM-04 | M.P + 15% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 15% Bacillus Subtilis | 280 | 02/05/2023 | 2 | 5.08 |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : **ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ**
 : **JULI MARISOL CUBAS SILVA**

Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023

Inicio de Ensayo : Lunes, 01 de Mayo del 2023

Fin de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto.

Referencia : N.T.P. 339.046 : 2019

| Muestra | IDENTIFICACIÓN | Diseño | Fecha de vaciado | DENSIDAD (Kg/m ³) |
|---------|---|---------------------------|------------------|-------------------------------|
| N° | | f'c (kg/cm ²) | (Días) | |
| DM-01 | D.P 280: Diseño Patrón 280 kg/cm ² | 280 | 01/05/2023 | 2214 |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



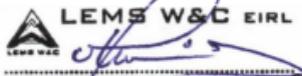

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : **ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ**
 : **JULI MARISOL CUBAS SILVA**
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Lunes, 01 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto.
Referencia : N.T.P. 339.046 : 2019

| Muestra | IDENTIFICACIÓN | Diseño | Fecha de vaciado | DENSIDAD (Kg/m ³) |
|---------|--|---------------------------|------------------|-------------------------------|
| | | f'c (kg/cm ²) | (Días) | |
| 01 | M.P + 4% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 4% Bacillus Subtilis | 280 | 01/05/2023 | 2214 |
| 02 | M.P + 8% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 8% Bacillus Subtilis | 280 | 01/05/2023 | 2207 |
| 03 | M.P + 12% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 12% Bacillus Subtilis | 280 | 02/05/2023 | 2225 |
| 04 | M.P + 15% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 15% Bacillus Subtilis | 280 | 02/05/2023 | 2219 |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



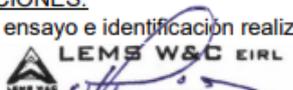

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS
 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
 BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Lunes, 01 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el
 concreto fresco. Método de presión.
 Referencia : NTP 339.080 : 2017
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

| Diseño | IDENTIFICACIÓN | Diseño | Fecha de vaciado | Contenido de aire (%) |
|--------|--|---------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | f'c (kg/cm ²) | (Días) | |
| DM-01 | M.P + 4% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 4% Bacillus Subtilis | 280 | 01/05/2023 | 1.20 |
| DM-02 | M.P + 8% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 8% Bacillus Subtilis | 280 | 01/05/2023 | 1.20 |
| DM-03 | M.P + 12% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 12% Bacillus Subtilis | 280 | 02/05/2023 | 1.25 |
| DM-04 | M.P + 15% BS: Diseño Patrón 280 kg/cm ² + 15% Bacillus Subtilis | 280 | 02/05/2023 | 1.60 |

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA

 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"

 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Lunes, 08 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Lunes, 29 de mayo del 2023

 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.

 Referencia : N.T.P. 339.034:2021

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | Diseño f'c | Fecha de vaciado (Días) | Fecha de ensayo (Días) | Edad (Días) | Carga (Kgf) | Diámetro (Cm) | Área (cm ²) | f'c (Kg/Cm ²) |
|------------|---------------------------|------------|-------------------------|------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------------------|
| 01 | Testigo 1 - D.Patrón 280 | 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 17517 | 10.19 | 81 | 215 |
| 02 | Testigo 2 - D.Patrón 280 | 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 17602 | 10.15 | 81 | 218 |
| 03 | Testigo 3 - D.Patrón 280 | 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 18713 | 10.17 | 81 | 231 |
| 04 | Testigo 4 - D.Patrón 280 | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 20634 | 10.09 | 80 | 258 |
| 05 | Testigo 5 - D.Patrón 280 | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 20803 | 10.18 | 81 | 256 |
| 06 | Testigo 6 - D.Patrón 280 | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 21529 | 10.13 | 81 | 267 |
| 07 | Testigo 7 - D.Patrón 280 | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 22120 | 10.11 | 80 | 275 |
| 08 | Testigo 8 - D.Patrón 280 | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 22532 | 10.18 | 81 | 277 |
| 09 | Testigo 9 - D.Patrón 280 | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 24825 | 10.15 | 81 | 307 |
| 10 | Testigo 10 - D.Patrón 280 | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 22969 | 10.17 | 81 | 283 |

D.P 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Lunes, 08 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Lunes, 29 de mayo del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2021

| Muestra Nº | IDENTIFICACIÓN | Diseño f'c | Fecha de vaciado (Días) | Fecha de ensayo (Días) | Edad (Días) | Carga (Kgf) | Diámetro (Cm) | Área (cm ²) | f'c (Kg/Cm ²) |
|------------|--|------------|-------------------------|------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------------------|
| 01 | Testigo 1 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 18718 | 10.19 | 81 | 229.74 |
| 02 | Testigo 2 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 18755 | 10.15 | 81 | 232.00 |
| 03 | Testigo 3 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 17535 | 10.17 | 81 | 216.06 |
| 04 | Testigo 4 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 21470 | 10.09 | 80 | 268.67 |
| 05 | Testigo 5 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 21073 | 10.18 | 81 | 258.86 |
| 06 | Testigo 6 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 21541 | 10.13 | 81 | 267.07 |
| 07 | Testigo 7 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 22470 | 10.11 | 80 | 279.69 |
| 08 | Testigo 8 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 23986 | 10.18 | 81 | 294.53 |
| 09 | Testigo 9 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 24533 | 10.15 | 81 | 303.29 |
| 10 | Testigo 10 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 24192 | 10.17 | 81 | 298.06 |
| 11 | Testigo 11 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 23575 | 10.16 | 81 | 290.96 |

M.P + 4% cc 10⁹ BS = Diseño 280 Kg/cm² + 4% concentración de 10⁹ de Bacillus Subtilis.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Lunes, 08 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Lunes, 29 de mayo del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2021

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | Diseño f'c | Fecha de vaciado (Días) | Fecha de ensayo (Días) | Edad (Días) | Carga (Kgf) | Diámetro (Cm) | Área (cm ²) | f'c (Kg/Cm ²) |
|------------|--|------------|-------------------------|------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------------------|
| 01 | Testigo 1 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 20626 | 10.14 | 81 | 255.67 |
| 02 | Testigo 2 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 21873 | 10.24 | 82 | 265.56 |
| 03 | Testigo 3 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 21701 | 10.19 | 82 | 266.22 |
| 04 | Testigo 4 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 24004 | 10.26 | 83 | 290.44 |
| 05 | Testigo 5 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 24803 | 10.23 | 82 | 301.82 |
| 06 | Testigo 6 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 24130 | 10.24 | 82 | 292.80 |
| 07 | Testigo 7 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 23138 | 10.12 | 80 | 287.91 |
| 08 | Testigo 8 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 26762 | 10.26 | 83 | 323.82 |
| 09 | Testigo 9 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 26977 | 10.19 | 82 | 331.01 |
| 10 | Testigo 10 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 25939 | 10.22 | 82 | 316.05 |
| 11 | Testigo 11 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 26840 | 10.20 | 82 | 328.17 |

M.P + 8% cc 10⁹ BS = Diseño 280 Kg/cm² + 8% concentración de 10⁹ de Bacillus Subtilis.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
JULI MARISOL CUBAS SILVA
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
Inicio de Ensayo : Martes, 09 de mayo del 2023
Fin de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.
Referencia : N.T.P. 339.034:2021

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | Diseño f'c | Fecha de vaciado (Días) | Fecha de ensayo (Días) | Edad (Días) | Carga (Kgf) | Diámetro (Cm) | Área (cm ²) | f'c (Kg/Cm ²) |
|------------|---|------------|-------------------------|------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------------------|
| 01 | Testigo 1 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 09/05/2023 | 7 | 23168 | 10.17 | 81 | 285.34 |
| 02 | Testigo 2 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 09/05/2023 | 7 | 22724 | 10.27 | 83 | 274.40 |
| 03 | Testigo 3 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 09/05/2023 | 7 | 22752 | 10.22 | 82 | 277.45 |
| 04 | Testigo 4 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 16/05/2023 | 14 | 26158 | 10.36 | 84 | 310.46 |
| 05 | Testigo 5 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 16/05/2023 | 14 | 25331 | 10.29 | 83 | 304.67 |
| 06 | Testigo 6 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 16/05/2023 | 14 | 25245 | 10.32 | 84 | 301.61 |
| 07 | Testigo 7 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 16/05/2023 | 14 | 26585 | 10.16 | 81 | 328.17 |
| 08 | Testigo 8 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 27039 | 10.15 | 81 | 333.95 |
| 09 | Testigo 9 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 28651 | 10.15 | 81 | 353.76 |
| 10 | Testigo 10 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 28571 | 10.15 | 81 | 352.82 |
| 11 | Testigo 11 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 280 | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 29004 | 10.15 | 81 | 358.15 |

M.P + 12% cc 10⁹ BS = Diseño 280 Kg/cm² + 12% concentración de 10⁹ de Bacillus Subtilis.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**

Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PEREZ

JULI MARISOL CUBAS SILVA

 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIORREPARABLE F' C 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023

Inicio de Ensayo : Lunes, 08 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Lunes, 29 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | Fecha de vaciado (Días) | Fecha de ensayo (Días) | Edad (Días) | P (N) | L (mm) | b (mm) | h (mm) | a (mm) | M _r (Mpa) | M _r (Kg/cm ²) |
|------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------------------------------------|
| 01 | Testigo 1 - D.Patrón 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 9717 | 300 | 100 | 100 | 0 | 2.91 | 29.72 |
| 02 | Testigo 2 - D.Patrón 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 10587 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.18 | 32.39 |
| 03 | Testigo 3 - D.Patrón 280 | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 9300 | 300 | 100 | 100 | 0 | 2.79 | 28.45 |
| 04 | Testigo 4 - D.Patrón 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 13234 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.97 | 40.49 |
| 05 | Testigo 5 - D.Patrón 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 13092 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.93 | 40.05 |
| 06 | Testigo 6 - D.Patrón 280 | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 13016 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.90 | 39.82 |
| 07 | Testigo 7 - D.Patrón 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 14424 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.33 | 44.12 |
| 08 | Testigo 8 - D.Patrón 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 14413 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.32 | 44.09 |
| 09 | Testigo 9 - D.Patrón 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 14443 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.33 | 44.18 |
| 10 | Testigo 10 - D.Patrón 280 | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 14168 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.25 | 43.34 |

 D.P 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm²
OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : **ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ**
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : **TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F' C 280 kg/cm², CHICLAYO"**

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Lunes, 08 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Lunes, 29 de mayo del 2023

Ensayo : **CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.**

Referencia : **N.T.P. 339.078:2022**

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | Fecha de vaciado (Días) | Fecha de ensayo (Días) | Edad (Días) | P (N) | L (mm) | b (mm) | h (mm) | a (mm) | M _r (Mpa) | M _r (Kg/cm ²) |
|------------|--|-------------------------|------------------------|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------------------------------------|
| 01 | Testigo 1 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 10081 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.02 | 30.84 |
| 02 | Testigo 2 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 9292 | 300 | 100 | 100 | 0 | 2.79 | 28.43 |
| 03 | Testigo 3 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 12162 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.65 | 37.21 |
| 04 | Testigo 4 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 13231 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.97 | 40.48 |
| 05 | Testigo 5 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 13849 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.15 | 42.37 |
| 06 | Testigo 6 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 14998 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.50 | 45.88 |
| 07 | Testigo 7 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 15122 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.54 | 46.26 |
| 08 | Testigo 8 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 14787 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.44 | 45.23 |
| 09 | Testigo 9 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 14412 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.32 | 44.09 |
| 10 | Testigo 10 - M.P + 4 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 14469 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.34 | 44.26 |

M.P + 4% cc 10⁹ BS = Diseño 280 Kg/cm² + 4% concentración de 10⁹ de Bacillus

Subtilis. OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**

Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ

JULI MARISOL CUBAS SILVA

Proyecto / Obra :

 TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F' C 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023

Inicio de Ensayo : Lunes, 08 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Lunes, 29 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.

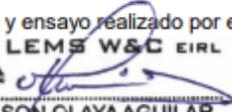
Referencia : N.T.P. 339.078:2022

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | Fecha de vaciado (Días) | Fecha de ensayo (Días) | Edad (Días) | P (N) | L (mm) | b (mm) | h (mm) | a (mm) | M _r (Mpa) | M _r (Kg/cm ²) |
|------------|---|-------------------------|------------------------|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------------------------------------|
| 01 | Testigo 1 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 11231 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.37 | 34.36 |
| 02 | Testigo 2 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 11260 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.38 | 34.45 |
| 03 | Testigo 3 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 08/05/2023 | 7 | 11790 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.54 | 36.07 |
| 04 | Testigo 4 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 14850 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.46 | 45.43 |
| 05 | Testigo 5 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 14755 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.43 | 45.14 |
| 06 | Testigo 6 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 15/05/2023 | 14 | 14515 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.35 | 44.40 |
| 07 | Testigo 7 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 15836 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.75 | 48.44 |
| 08 | Testigo 8 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 15617 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.69 | 47.78 |
| 09 | Testigo 9 - M.P + 8 % cc 10 ⁹ BS | 01/05/2023 | 29/05/2023 | 28 | 16149 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.84 | 49.40 |

 M.P + 8% cc 10⁹ BS = Diseño 280 Kg/cm² + 8% concentración de 10⁹ de Bacillus Subtilis.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F' C 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Martes, 09 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.

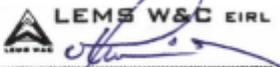
Referencia : N.T.P. 339.078:2022

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | Fecha de vaciado (Días) | Fecha de ensayo (Días) | Edad (Días) | P (N) | L (mm) | b (mm) | h (mm) | a (mm) | M _r (Mpa) | M _r (Kg/cm ²) |
|------------|---|-------------------------|------------------------|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------------------------------------|
| 01 | Testigo 1 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 09/05/2023 | 7 | 12582 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.77 | 38.49 |
| 02 | Testigo 2 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 09/05/2023 | 7 | 12455 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.74 | 38.10 |
| 03 | Testigo 3 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 09/05/2023 | 7 | 12445 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.73 | 38.07 |
| 04 | Testigo 4 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 16/05/2023 | 14 | 15622 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.69 | 47.79 |
| 05 | Testigo 5 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 16/05/2023 | 14 | 15059 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.52 | 46.07 |
| 06 | Testigo 6 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 16/05/2023 | 14 | 15926 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.78 | 48.72 |
| 07 | Testigo 7 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 16422 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.93 | 50.24 |
| 08 | Testigo 8 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 16691 | 300 | 100 | 100 | 0 | 5.01 | 51.06 |
| 09 | Testigo 9 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 16552 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.97 | 50.63 |
| 10 | Testigo 10 - M.P + 12 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 16556 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.97 | 50.65 |

M.P + 12% cc 10⁹ BS = Diseño 280 Kg/cm² + 12% concentración de 10⁹ de Bacillus Subtilis.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F' C 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de Ensayo : Martes, 09 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.

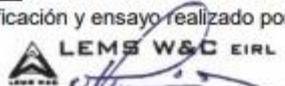
Referencia : N.T.P. 339.078:2022

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | Fecha de vaciado (Días) | Fecha de ensayo (Días) | Edad (Días) | P (N) | L (mm) | b (mm) | h (mm) | a (mm) | M _r (Mpa) | M _r (Kg/cm ²) |
|------------|---|-------------------------|------------------------|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------------------------------------|
| 01 | Testigo 1 - M.P + 15 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 09/05/2023 | 7 | 10846 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.25 | 33.18 |
| 02 | Testigo 2 - M.P + 15 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 09/05/2023 | 7 | 9733 | 300 | 100 | 100 | 0 | 2.92 | 29.78 |
| 03 | Testigo 3 - M.P + 15 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 09/05/2023 | 7 | 10189 | 300 | 100 | 100 | 0 | 3.06 | 31.17 |
| 04 | Testigo 4 - M.P + 15 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 16/05/2023 | 14 | 14362 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.31 | 43.94 |
| 05 | Testigo 5 - M.P + 15% cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 16/05/2023 | 14 | 14630 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.39 | 44.75 |
| 06 | Testigo 6 - M.P + 15 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 16/05/2023 | 14 | 14274 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.28 | 43.67 |
| 07 | Testigo 7 - M.P + 15 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 15575 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.67 | 47.65 |
| 08 | Testigo 8 - M.P + 15 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 15290 | 300 | 100 | 100 | 0 | 5.59 | 46.77 |
| 09 | Testigo 9 - M.P + 15 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 15235 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.57 | 46.61 |
| 10 | Testigo 10 - M.P + 15 % cc 10 ⁹ BS | 02/05/2023 | 30/05/2023 | 28 | 15567 | 300 | 100 | 100 | 0 | 4.67 | 47.62 |

M.P + 15% cc 10⁹ BS = Diseño 280 Kg/cm² + 15% concentración de 10⁹ de Bacillus Subtilis.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA

Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Distrito, Pimentel, Provincia, Chiclayo, Departamento. Lambayeque
 Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de ensayo : Lunes, 08 de mayo del 2023.
 Fin de ensayo : Martes, 09 de mayo del 2023.

ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
 NORMA : ASTM C1579 - 06
 Mezcla de concreto : Convencional, f'c = 280kg/cm²- Cemento PACASMAYO
 R a/c diseño : 0.519
 Temperatura : 30.6°C
 Velocidad de viento : 4.70 m/s
 Humedad Relativa : 65%

| PANEL DE CONTROL N° 01 | | | | | | | | | | |
|--|------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo transcurrido | | | | Dimensiones del Panel | | | Área de evaporación (m ²) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| Fecha | Hora de Registro | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Profundidad (mm) | | | | |
| 08/05/2023 | 12:00 | 0.00 | 0 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | - | - | - |
| 08/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | 0.30 | 0.38 |
| 08/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | 0.45 | |
| 08/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | 0.38 | |
| 09/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | 0.45 | 0.56 |
| 09/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | 0.68 | |
| 09/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | 0.56 | |
| 09/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | 0.60 | 0.75 |
| 09/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | 0.90 | |
| 09/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | 0.75 | |
| Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm) | | | | | | | | | | 0.75 |

| PANEL DE CONTROL N° 02 | | | | | | | | | | |
|--|------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo transcurrido | | | | Dimensiones del Panel | | | Área de evaporación (m ²) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| Fecha | Hora de Registro | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Profundidad (mm) | | | | |
| 08/05/2023 | 12:00 | 0.00 | 0 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | - | - | - |
| 08/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | 0.35 | 0.30 |
| 08/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | 0.25 | |
| 08/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | 0.30 | |
| 09/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | 0.53 | 0.45 |
| 09/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | 0.38 | |
| 09/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | 0.45 | |
| 09/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | 0.70 | 0.60 |
| 09/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | 0.50 | |
| 09/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | 0.60 | |
| Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm) | | | | | | | | | | 0.60 |

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles

0.68 mm

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA

Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Distrito. Pimentel, Provincia. Chiclayo, Departamento. Lambayeque
 Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de ensayo : Martes, 09 de mayo del 2023.
 Fin de ensayo : Miércoles, 10 de mayo del 2023.

ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)

NORMA : ASTM C1579 - 06

Mezcla de concreto : Experimental 4% cc 10⁹ BS, f'c = 280kg/cm²- Cemento PACASMAYO
R a/c diseño : 0.519
Temperatura : 30.6°C
Velocidad de viento : 4.70 m/s
Humedad Relativa : 65%

| PANEL EXPERIMENTAL N° 01 | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|------|
| Tiempo transcurrido | | | | Dimensiones del Panel | | | Área de evaporación (m ²) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) | |
| Fecha | Hora de Registro | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Profundidad (mm) | | | | | |
| 09/05/2023 | 12:00 | 0.00 | 0 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | - | - | - | |
| 09/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | 0.15 | | |
| 09/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | 0.25 | | 0.23 |
| 09/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | 0.30 | | |
| 10/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | 0.23 | | |
| 10/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | 0.38 | | 0.35 |
| 10/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | 0.45 | | |
| 10/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | 0.30 | | |
| 10/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | 0.50 | | 0.47 |
| 10/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | 0.60 | | |
| Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm) | | | | | | | | | | | 0.47 |

| PANEL EXPERIMENTAL N° 02 | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|------|
| Tiempo transcurrido | | | | Dimensiones del Panel | | | Área de evaporación (m ²) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) | |
| Fecha | Hora de Registro | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Profundidad (mm) | | | | | |
| 09/05/2023 | 12:00 | 0.00 | 0 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | - | - | - | |
| 09/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | 0.23 | | |
| 09/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | 0.30 | | 0.27 |
| 09/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | 0.27 | | |
| 10/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | 0.34 | | |
| 10/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | 0.45 | | 0.40 |
| 10/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | 0.40 | | |
| 10/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | 0.45 | | |
| 10/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | 0.60 | | 0.53 |
| 10/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | 0.53 | | |
| Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm) | | | | | | | | | | | 0.53 |

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles

0.50 mm

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
JULI MARISOL CUBAS SILVA

Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Distrito. Pimentel, Provincia. Chiclayo, Departamento. Lambayeque
Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
Inicio de ensayo : Miércoles, 10 de mayo del 2023.
Fin de ensayo : Jueves, 11 de mayo del 2023.

ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)

NORMA : ASTM C1579 - 06

Mezcla de concreto : Experimental 8% cc 10⁹ BS, f'c = 280kg/cm²- Cemento PACASMAYO
R a/c diseño : 0.519
Temperatura : 27.4°C
Velocidad de viento : 4.70 m/s
Humedad Relativa : 65%

| PANEL EXPERIMENTAL N° 01 | | | | | | | | | | |
|---|------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo transcurrido | | | | Dimensiones del Panel | | | Área de evaporación (m ²) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| Fecha | Hora de Registro | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Profundidad (mm) | | | | |
| 10/05/2023 | 12:00 | 0.00 | 0 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | - | - | - |
| 10/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | NP | No Presenta |
| 10/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | NP | No Presenta |
| 10/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | NP | No Presenta |
| Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm) | | | | | | | | | | #¡DIV/0! |

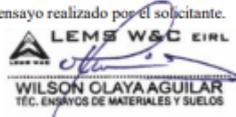
| PANEL EXPERIMENTAL N° 02 | | | | | | | | | | |
|---|------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo transcurrido | | | | Dimensiones del Panel | | | Área de evaporación (m ²) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| Fecha | Hora de Registro | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Profundidad (mm) | | | | |
| 10/05/2023 | 12:00 | 0.00 | 0 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | - | - | - |
| 10/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 10/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | NP | No Presenta |
| 10/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | NP | No Presenta |
| Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm) | | | | | | | | | | NP |

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles

No Presenta

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
 Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
 JULI MARISOL CUBAS SILVA

Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F'c 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Distrito, Pimentel, Provincia. Chiclayo, Departamento. Lambayeque
 Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
 Inicio de ensayo : Jueves, 11 de mayo del 2023.
 Fin de ensayo : Viernes, 12 de mayo del 2023.

ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)

NORMA : ASTM C1579 - 06

Mezcla de concreto : Experimental 12% cc 10⁹ BS, f'c = 280kg/cm²- Cemento PACASMAYO
R a/c diseño : 0.519
Temperatura : 27.4°C
Velocidad de viento : 4.70 m/s
Humedad Relativa : 65%

| PANEL EXPERIMENTAL N° 01 | | | | | | | | | | |
|---|------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo transcurrido | | | | Dimensiones del Panel | | | Área de evaporación (m ²) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| Fecha | Hora de Registro | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Profundidad (mm) | | | | |
| 11/05/2023 | 12:00 | 0.00 | 0 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | - | - | - |
| 11/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | NP | |
| 11/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | NP | No Presenta |
| 12/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | NP | |
| 12/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | NP | No Presenta |
| 12/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | NP | |
| 12/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | NP | No Presenta |
| 12/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | NP | |
| 12/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | NP | No Presenta |
| Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm) | | | | | | | | | | |

| PANEL EXPERIMENTAL N° 02 | | | | | | | | | | |
|---|------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo transcurrido | | | | Dimensiones del Panel | | | Área de evaporación (m ²) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| Fecha | Hora de Registro | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Profundidad (mm) | | | | |
| 11/05/2023 | 12:00 | 0.00 | 0 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | - | - | - |
| 11/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 11/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | NP | |
| 11/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | NP | No Presenta |
| 12/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | NP | |
| 12/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | NP | No Presenta |
| 12/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | NP | |
| 12/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 12/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | NP | |
| 12/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | NP | No Presenta |
| Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm) | | | | | | | | | | |

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles **No Presenta**

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **CS013-2023/ LEMS W&C**
Solicitante : ROSA YUDIT SALDAÑA PÉREZ
JULI MARISOL CUBAS SILVA

Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA BACTERIA BACILLUS SUBTILIS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO BIOAUTORREPARABLE F °C 280 kg/cm², CHICLAYO"

Ubicación : Distrito. Pimentel, Provincia. Chiclayo, Departamento. Lambayeque
Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023
Inicio de ensayo : Viernes, 12 de mayo del 2023.
Fin de ensayo : Sábado, 13 de mayo del 2023.

ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)

NORMA : ASTM C1579 - 06

Mezcla de concreto : Experimental 15% cc 10⁹ BS, f'c = 280kg/cm²- Cemento PACASMAYO
R a/c diseño : 0.519
Temperatura : 26.9°C
Velocidad de viento : 4.70 m/s
Humedad Relativa : 65%

| PANEL EXPERIMENTAL N° 01 | | | | | | | | | | |
|--|------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo transcurrido | | | | Dimensiones del Panel | | | Área de evaporación (m ²) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| Fecha | Hora de Registro | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Profundidad (mm) | | | | |
| 12/05/2023 | 12:00 | 0.00 | 0 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | - | - | - |
| 12/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | NP | No Presenta |
| 12/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | NP | |
| 12/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | NP | |
| 13/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | NP | No Presenta |
| 13/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | NP | |
| 13/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | NP | |
| 13/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A-A | NP | No Presenta |
| 13/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B-B | NP | |
| 13/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C-C | NP | |
| Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm) | | | | | | | | | | NP |

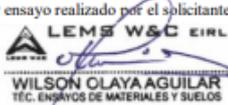
| PANEL EXPERIMENTAL N° 02 | | | | | | | | | | |
|--|------------------|----------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tiempo transcurrido | | | | Dimensiones del Panel | | | Área de evaporación (m ²) | Código de Grieta | Ancho de Fisura (mm) | Ancho de Fisura Promedio (mm) |
| Fecha | Hora de Registro | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Longitud (mm) | Ancho (mm) | Profundidad (mm) | | | | |
| 12/05/2023 | 12:00 | 0.00 | 0 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | - | - | - |
| 12/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 12/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | NP | |
| 12/05/2023 | 18:00 | 6.00 | 360 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | NP | |
| 13/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 13/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | NP | |
| 13/05/2023 | 10:00 | 22.00 | 1320 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | NP | |
| 13/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | A'-A' | NP | No Presenta |
| 13/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | B'-B' | NP | |
| 13/05/2023 | 12:00 | 24.00 | 1440 | 560 | 350 | 100 | 0.196 | C'-C' | NP | |
| Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm) | | | | | | | | | | NP |

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles

No Presenta

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



BIOALTERNATIVA
BIOINSUMOS DE USO AGRÍCOLA

BIO-SUBTILIS

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



BIO-SUBTILIS está compuesto por bacterias que controlan enfermedades foliares bacterianas y de hongos (roya, cenicilla, moho gris, mildiú y tizón) y edáficas causadas por hongos y bacterias patógenas. **BIO-SUBTILIS** contiene la bacteria benéfica *Bacillus subtilis*, que previenen y cura enfermedades foliares de la planta causadas por hongos patógenos de las clases Deuteromicetes, Oomycetes y Ascomycetes, así como patógenos bacterianos como *Erwinia*, *Xanthomonas* y *Pseudomonas*.

BIO-SUBTILIS forma una capa protectora de toxinas naturales alrededor de la superficie de la planta inhibiendo la unión del patógeno al tejido de la planta. La capa consiste de tres grupos de lipopéptidos que detienen la germinación de las esporas de los fitopatógenos y perforan las membranas de su micelio y tubos germinativos. *Bacillus subtilis* y *bacillus spp.* También induce la resistencia natural de las plantas contra patógenos, bacterianos y fungosos. El producto se presenta en formulación líquida.

BENEFICIOS

- Es eficaz contra patógenos resistentes a fungicidas químicos.
- No es tóxico para insectos y hongos benéficos.
- Puede ser aplicado hasta el día de la cosecha.

Bactericidas: **BIO-SUBTILIS** no es compatible con antibióticos como oxytetraciclina, estreptomicina, sulfato de gentamicina y kasugamicina, pero estos productos se pueden utilizar en un programa de rotación.

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
BIOPRODUCTOS 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 DOSIFICACIÓN

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 |
| Erysine cichoracearum | Cenicilla de cucurbitáceas |
| Fusarium oxysporum | Secadera por fusarium |
| Leveillula taurica | Cenicilla del tomate |
| Monilinia fructicola | Pudrición café |
| Peronospora parasítica | Mildíu de las brassicáceas |
| Phomopsis viticola | Mancha de cañas y hojas |
| Phytophthora infestans | Tizón tardío |
| Phytophthora capsici | Secadera del chile |
| Plasmopara viticola | Mildíu 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
BIOSURINOS DE USO AGRÍCOLA

| | |
|--------------------------|----------------------------|
| Sclerotinia sclerotiorum | Moho blanco |
| Septoria apii | Mancha foliar del apio |
| Sphaerotheca fuliginea | Cenicilla de cucurbitáceas |
| Taphrina deformans | Verrucosis del durazno |
| Uncinula necator | Cenicilla de la vid |
| Uromyces phaseoli | Roya del frijol |
| Venturia pyrina | Roña del peral |
| Venturia inaequalis | Roña de la manzana |
| Xanthomonas campestris | 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.

bioalternativasac@gmail.com – www.bioalternativaeyf.com
Av. Juan Pablo II No. 172 Las Lomas de Huanichaco – Trujillo – La Libertad – Perú
Telf. (044) 418431 - 950 210 064 – 949 386 222

CEMENTO TIPO I “ESTRUCTURAL”



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo I. Gracias a su nuevo diseño de Clinker, se logra un concreto más durable brindando alta resistencia a todas las edades.



USOS

- Cemento de uso general.

ATRIBUTOS

Diseño supera los requisitos de la normas nacionales

Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

RECOMENDACIONES



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.



Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Resistencia a la compresión (PSI)

■ Resultado Promedio ■ Requisito NTP334.090 / ASTM C150



Cemento Portland tipo I

Requisitos Normalizados

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Químicas

| QUÍMICOS | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO DE ENSAYOS |
|--------------------------|----------------|----------------------|
| MgO (%) | 6.0 máx. | 2.2 |
| SO ₃ (%) | 3.0 máx. | 2.7 |
| Pérdida por ignición (%) | 3.5 máx. | 3.1 |
| Residuo insoluble (%) | 1.5 máx. | 0.7 |

Propiedades Físicas

| REQUISITOS | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO DE ENSAYOS |
|--|----------------|----------------------|
| Contenido de aire del mortero (Volumen %) | 12 máx. | 6 |
| Superficie específica (cm ² /g) | 2600 mín. | 3810 |
| Expansión en autoclave (%) | 0.80 máx. | 0.12 |
| Densidad (g/mL) | A | 3.12 |
| Resistencia a la compresión min. (MPa) | | |
| 1 día | A | 15.8 |
| 3 días | 12.0 | 30.3 |
| 7 días | 19.0 | 37.0 |
| 28 días ⁽¹⁾ | 28.0 | 42.1 |
| Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat | | |
| Inicial, no menor que: | 45 | 110 |
| Final, no mayor que: | 375 | 238 |

A No especifica.
(1) Requisito opcional.

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.2016.

Pacasmayo

ANEXO 06: ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Diseño completamente aleatorizado, curado a los 7 días.

| | PORCENTAJES | RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN |
|----|-------------|------------------------------|
| 1 | 0% | 215.01 |
| 2 | 0% | 217.73 |
| 3 | 0% | 230.57 |
| 4 | 4% | 229.74 |
| 5 | 4% | 232.00 |
| 6 | 4% | 216.06 |
| 7 | 8% | 255.67 |
| 8 | 8% | 265.56 |
| 9 | 8% | 266.22 |
| 10 | 12% | 285.34 |
| 11 | 12% | 274.40 |
| 12 | 12% | 277.45 |
| 13 | 15% | 268.51 |
| 14 | 15% | 246.40 |
| 15 | 15% | 258.45 |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |

Resistencia a la compresión

Supuestos que debe cumplir.

1. Prueba de normalidad

a) Hipótesis estadísticas

H_0 : Los datos tienen una distribución normal.

H_a : Los datos no tienen una distribución normal.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0).

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0).

d) Prueba de normalidad

| | Kolmogorov Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------------------------|--------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resistencia a la compresión | ,164 | 15 | ,200 | ,920 | 15 | ,193 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

e) Decisión

A un nivel de significancia de 5%, existe evidencia suficiente para no rechazar H_0 ; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal.

Se visualiza que el tamaño de muestras es $n=15 \leq 50$ por tal razón se utiliza Shapiro Wilk, el grado de Sig. es de $0.193 > 0.05$, por lo tanto, decimos que las varianzas son iguales porque la H_0 no se rechaza y los datos tienen una distribución normal.

2. Prueba de homocedasticidad

a) Hipótesis estadísticas

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_t^2$$

H_a : Al menos una varianza difiere.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0).

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0).

d) Prueba de homocedasticidad

| Descripción | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----|-----|------|
| Resistencia a la compresión | Se basa en la media | ,481 | 4 | 10 | ,749 |

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: resistencias

b. Diseño: Intersección + sustituciones

e) Decisión

A un nivel de significancia de 5%, existe evidencia suficiente para no rechazar H_0 .

Se presenta un grado de significancia de $0.749 > 0.05$, basado en la media, por lo tanto, la H_0 no se rechaza demostrando la homogeneidad de varianza.

3. Prueba de varianza de medias

a) Hipótesis estadísticas

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$$

H_a : Alguna distinta.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de varianza de medias

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|-----------|------|
| Modelo corregido | 7418,189 | 4 | 1854,547 | 27,863 | ,000 |
| Intersección | 932062,906 | 1 | 932062,906 | 14003,645 | ,000 |
| Porcentajes | 7418,189 | 4 | 1854,547 | 27,863 | ,000 |
| Error | 665,586 | 10 | 66,559 | | |
| Total | 940146,681 | 15 | | | |
| Total, corregido | 8083,775 | 14 | | | |

a. R al cuadrado = ,918 (R al cuadrado ajustada = ,885)

e) Decisión

Sig $0.00 < 0.05$ entonces si existe diferencia significativa, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

4. Prueba de comparaciones múltiples

a) Nivel de significancia

$$\alpha < 0.05$$

b) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (Existe diferencias significativas)

Valor sig > 0.05 (No existe diferencias significativas)

c) Prueba de comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

| | (I) Porcentajes | (J) Porcentajes | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------|-----------------|-----------------|----------------------------|-------------|----------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| HSD | 0% | 12% | -57,9600* | 6,66126 | ,000 | -79,8828 | -36,0372 |
| Tukey | 15% | 15% | -36,6833* | 6,66126 | ,002 | -58,6061 | -14,7606 |
| | | 4% | -4,8300 | 6,66126 | ,946 | -26,7528 | 17,0928 |
| | | 8% | -41,3800* | 6,66126 | ,001 | -63,3028 | -19,4572 |
| | | 12% | 0% | 57,9600* | 6,66126 | ,000 | 36,0372 |
| | 12% | 15% | 21,2767 | 6,66126 | ,058 | -,6461 | 43,1994 |
| | | 4% | 53,1300* | 6,66126 | ,000 | 31,2072 | 75,0528 |
| | | 8% | 16,5800 | 6,66126 | ,169 | -5,3428 | 38,5028 |
| | | 15% | 0% | 36,6833* | 6,66126 | ,002 | 14,7606 |
| | 15% | 12% | -21,2767 | 6,66126 | ,058 | -43,1994 | ,6461 |
| | | 4% | 31,8533* | 6,66126 | ,005 | 9,9306 | 53,7761 |
| | | 8% | -4,6967 | 6,66126 | ,951 | -26,6194 | 17,2261 |
| | | 4% | 0% | 4,8300 | 6,66126 | ,946 | -17,0928 |
| | 4% | 12% | -53,1300* | 6,66126 | ,000 | -75,0528 | -31,2072 |
| | | 15% | -31,8533* | 6,66126 | ,005 | -53,7761 | -9,9306 |
| | | 8% | -36,5500* | 6,66126 | ,002 | -58,4728 | -14,6272 |
| | | 8% | 0% | 41,3800* | 6,66126 | ,001 | 19,4572 |
| 8% | 12% | -16,5800 | 6,66126 | ,169 | -38,5028 | 5,3428 | |
| | 15% | 4,6967 | 6,66126 | ,951 | -17,2261 | 26,6194 | |
| | 4% | 36,5500* | 6,66126 | ,002 | 14,6272 | 58,4728 | |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 66,559.

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

d) Decisión

Se presenta el nivel de significancia mayor a 0.05 por lo que no existe diferencias significativas a los 7 días de evaluación de las muestras de concreto para la resistencia a la compresión.

Resistencia a la flexión

The screenshot shows a software interface with a menu bar (Archivo, Editar, Ver, Datos, Transformar, Analizar, Marketing directo, Gráficos, Utilidades, Ventana, Ayuda) and a toolbar. The main window displays a data table with the following content:

| | PORCENTAJES | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN | var |
|----|-------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 0% | 29.72 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0% | 32.39 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0% | 28.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4% | 30.84 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 4% | 28.43 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 4% | 37.21 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 8% | 34.36 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 8% | 34.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 8% | 36.07 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 12% | 38.49 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 12% | 38.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 12% | 38.07 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 15% | 33.18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 15% | 39.78 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 15% | 31.17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. Prueba de normalidad

a) Hipótesis estadísticas

H_0 : Los datos tienen una distribución normal

H_a : Los datos no tienen una distribución normal.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de normalidad

| | Kolmogorov Smirnov | | | Shapiro Wilk | | |
|--------------------------|--------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resistencia a la flexión | ,130 | 15 | ,200* | ,919 | 15 | ,188 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

e) Decisión

A un nivel de significancia de 5%, existe evidencia suficiente para no rechazar H_0 .

Se visualiza que el tamaño de muestras es $n=15 \leq 50$ por tal razón se utiliza Shapiro Wilk, el grado de significancia es de $0.188 > 0.05$, por lo tanto, decimos que las

varianzas son iguales porque la H_0 no se rechaza y los datos tienen una distribución normal.

2. Prueba de homocedasticidad

a) Hipótesis estadísticas

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_t^2$$

H_a : Al menos una varianza difiere.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de homocedasticidad

| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------------------------|---|-----------------------|-----|-------|------|
| Resistencia a la flexión | Se basa en la media | 4,168 | 4 | 10 | ,031 |
| | Se basa en la mediana | 1,205 | 4 | 10 | ,367 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1,205 | 4 | 3,532 | ,442 |
| | Se basa en la media recortada | 3,869 | 4 | 10 | ,038 |

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: Resistencia a la flexión

b. Diseño: Intersección + Porcentajes

e) Decisión

Se presenta un grado de significancia de $0.031 < 0.05$, basado en la media, por lo tanto, la H_0 se rechaza demostrando la heterogeneidad de varianza, por lo que se utiliza el estadístico Games Howell.

3. Prueba de varianza de medias

a) Nivel de significancia

$$\alpha < 0.05$$

b) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (Existe diferencias significativas)

Valor sig > 0.05 (No existe diferencias significativas)

c) Prueba de varianza de medias

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| Variable dependiente: Resistencia a la flexión | | | | | | |
| Games-Howell | | | | | | |
| (I) Porcentajes | (J) Porcentajes | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 0% | 12% | -8,0333 | 1,16892 | ,059 | -16,7585 | ,6919 |
| | 15% | -1,1900 | 1,52384 | ,924 | -8,0565 | 5,6765 |
| | 4% | -1,9733 | 2,86491 | ,946 | -18,1723 | 14,2257 |
| | 8% | -4,7733 | 1,28716 | ,131 | -11,8274 | 2,2807 |
| 12% | 0% | 8,0333 | 1,16892 | ,059 | -,6919 | 16,7585 |
| | 15% | 6,8433 | ,99615 | ,058 | -,5096 | 14,1962 |
| | 4% | 6,0600 | 2,62258 | ,395 | -13,9957 | 26,1157 |
| | 8% | 3,2600 | ,57184 | ,073 | -,6407 | 7,1607 |
| 15% | 0% | 1,1900 | 1,52384 | ,924 | -5,6765 | 8,0565 |
| | 12% | -6,8433 | ,99615 | ,058 | -14,1962 | ,5096 |
| | 4% | -,7833 | 2,79886 | ,998 | -17,6280 | 16,0613 |
| | 8% | -3,5833 | 1,13257 | ,172 | -9,3868 | 2,2201 |
| 4% | 0% | 1,9733 | 2,86491 | ,946 | -14,2257 | 18,1723 |
| | 12% | -6,0600 | 2,62258 | ,395 | -26,1157 | 13,9957 |
| | 15% | ,7833 | 2,79886 | ,998 | -16,0613 | 17,6280 |
| | 8% | -2,8000 | 2,67737 | ,823 | -21,5498 | 15,9498 |
| 8% | 0% | 4,7733 | 1,28716 | ,131 | -2,2807 | 11,8274 |
| | 12% | -3,2600 | ,57184 | ,073 | -7,1607 | ,6407 |
| | 15% | 3,5833 | 1,13257 | ,172 | -2,2201 | 9,3868 |
| | 4% | 2,8000 | 2,67737 | ,823 | -15,9498 | 21,5498 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 5,705.

Diseño completamente aleatorizado, curado a los 14 días.

Resistencia a la compresión

| | PORCENTAJES | RESISTENCIA A LA COMPRESION | VAR |
|----|-------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 0% | 258,20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0% | 255,54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0% | 266,91 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4% | 268,67 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 4% | 258,86 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 4% | 267,07 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 4% | 279,69 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 8% | 290,44 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 8% | 301,82 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 8% | 292,80 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 8% | 287,91 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 12% | 310,46 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 12% | 304,67 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 12% | 301,61 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 12% | 328,17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 15% | 283,86 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 15% | 280,08 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 15% | 275,76 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 15% | 306,96 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Supuestos que debe cumplir

1. Prueba de normalidad

a) Hipótesis estadísticas

H_0 : Los datos tienen una distribución normal

H_a : Los datos no tienen una distribución normal.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------------------------|--------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resistencia a la compresión | ,109 | 19 | ,200 | ,965 | 19 | ,667 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

e) Decisión

A un nivel de significancia de 5%, existe evidencia suficiente para no rechazar H_0 .

Se visualiza que el tamaño de muestras es $n=19 \leq 50$ por tal razón se utiliza Shapiro Wilk, el grado de Sig. es de $0.667 > 0.05$, por lo tanto, decimos que las varianzas son iguales porque la H_0 no se rechaza y los datos tienen una distribución normal.

2. Prueba de homocedasticidad

a) Hipótesis estadísticas

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_t^2$$

H_a : Al menos una varianza difiere.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0).

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0).

d) Prueba de homocedasticidad

| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------------|--|-----------------------|-----|-------|------|
| Resistencia a la compresión | Se basa en la media | ,806 | 4 | 14 | ,542 |
| | Se basa en la mediana | ,351 | 4 | 14 | ,839 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | ,351 | 4 | 9,188 | ,837 |
| | Se basa en la media recortada | ,684 | 4 | 14 | ,615 |

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: Resistencia a la compresión

b. Diseño: Intersección + Porcentajes

e) Decisión

A un nivel de significancia de 5%, existe evidencia suficiente para no rechazar H_0 .

Se presenta un grado de significancia de $0.542 > 0.05$, basado en la media, por lo tanto, la H_0 no se rechaza demostrando la homogeneidad de varianza.

3. Prueba de varianza de medias

a) Hipótesis estadísticas

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$$

H_a : Alguna distinta.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0).

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0).

d) Prueba de varianza de medias

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|-----------|------|
| Modelo corregido | 5955,407 | 4 | 1488,852 | 14,823 | ,000 |
| Intersección | 1512138,479 | 1 | 1512138,479 | 15055,067 | ,000 |
| PORCENTAJES | 5955,407 | 4 | 1488,852 | 14,823 | ,000 |
| Error | 1406,167 | 14 | 100,440 | | |
| Total | 1553191,230 | 19 | | | |
| Total, corregido | 7361,574 | 18 | | | |

a. R al cuadrado = ,809 (R al cuadrado ajustada = ,754)

e) Decisión

Sig $0.00 < 0.05$ entonces si existe diferencia significativa, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

4. Prueba de comparaciones múltiples

a) Nivel de significancia

$$\alpha < 0.05$$

b) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (Existe diferencias significativas).

Valor sig > 0.05 (No existe diferencias significativas).

c) Prueba de comparaciones múltiples

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|---|-----------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| Variable dependiente: Resistencia a la compresión | | | | | | |
| HSD Tukey | | | | | | |
| (I) PORCENTAJES | (J) PORCENTAJES | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 0% | 12% | -51,0108* | 7,65443 | ,000 | -74,8616 | -27,1601 |
| | 15% | -26,4483* | 7,65443 | ,027 | -50,2991 | -2,5976 |
| | 4% | -8,3558 | 7,65443 | ,808 | -32,2066 | 15,4949 |
| | 8% | -33,0258* | 7,65443 | ,005 | -56,8766 | -9,1751 |
| 12% | 0% | 51,0108* | 7,65443 | ,000 | 27,1601 | 74,8616 |
| | 15% | 24,5625* | 7,08662 | ,026 | 2,4810 | 46,6440 |
| | 4% | 42,6550* | 7,08662 | ,000 | 20,5735 | 64,7365 |
| | 8% | 17,9850 | 7,08662 | ,137 | -4,0965 | 40,0665 |
| 15% | 0% | 26,4483* | 7,65443 | ,027 | 2,5976 | 50,2991 |
| | 12% | -24,5625* | 7,08662 | ,026 | -46,6440 | -2,4810 |
| | 4% | 18,0925 | 7,08662 | ,134 | -3,9890 | 40,1740 |
| | 8% | -6,5775 | 7,08662 | ,881 | -28,6590 | 15,5040 |
| 4% | 0% | 8,3558 | 7,65443 | ,808 | -15,4949 | 32,2066 |
| | 12% | -42,6550* | 7,08662 | ,000 | -64,7365 | -20,5735 |
| | 15% | -18,0925 | 7,08662 | ,134 | -40,1740 | 3,9890 |
| | 8% | -24,6700* | 7,08662 | ,026 | -46,7515 | -2,5885 |
| 8% | 0% | 33,0258* | 7,65443 | ,005 | 9,1751 | 56,8766 |
| | 12% | -17,9850 | 7,08662 | ,137 | -40,0665 | 4,0965 |
| | 15% | 6,5775 | 7,08662 | ,881 | -15,5040 | 28,6590 |
| | 4% | 24,6700* | 7,08662 | ,026 | 2,5885 | 46,7515 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 100,440.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

d) Decisión

Se presenta el nivel de significancia mayor a 0.05 por lo que no existe diferencias significativas a los 14 días de evaluación de las muestras de concreto para la resistencia a la compresión.

Resistencia a la flexión

| | PORCENTAJES | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN | VAR |
|----|-------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 0% | 40.49 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0% | 40.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0% | 39.82 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4% | 40.48 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 4% | 42.37 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 4% | 45.88 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 8% | 45.43 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 8% | 45.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 8% | 44.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 12% | 47.79 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 12% | 46.07 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 12% | 48.72 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 15% | 43.94 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 15% | 44.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 15% | 43.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. Prueba de normalidad

a) Hipótesis estadísticas

H_0 : Los datos tienen una distribución normal

H_a : Los datos no tienen una distribución normal.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de normalidad

| | Kolmogorov Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------------------|--------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resistencia a ala flexión | ,158 | 15 | ,200* | ,941 | 15 | ,395 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

e) Discusión

A un nivel de significancia de 5%, existe evidencia suficiente para no rechazar H_0 .

Se visualiza que el tamaño de muestras es $n=15 \leq 50$ por tal razón se utiliza Shapiro Wilk, el grado de significancia es de $0.395 > 0.05$, por lo tanto, decimos que las varianzas son iguales porque la H_0 no se rechaza y los datos tienen una distribución normal.

2. Prueba de homocedasticidad

a) Hipótesis estadísticas

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_t^2$$

H_a : Al menos una varianza difiere.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de homocedasticidad

| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------------------------|--|-----------------------|-----|-----------|------|
| Resistencia a la flexión | Se basa en la media | 3,559 | 4 | 10 | ,047 |
| | Se basa en la mediana | 1,533 | 4 | 10 | ,265 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1,533 | 4 | 3,46 0 | ,361 |
| | Se basa en la media recortada | 3,393 | 4 | 10 | ,053 |

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: Resistencia a la flexión

b. Diseño: Intersección + Porcentajes

e) Decisión

Se presenta un grado de significancia de $0.047 < 0.05$, basado en la media, por lo tanto, la H_0 se rechaza demostrando la heterogeneidad de varianzas, por lo que se usa el estadístico Games Howell.

3. Prueba de comparaciones múltiples

a) Nivel de significancia

$$\alpha < 0.05$$

b) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

c) Prueba de comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la flexión

Games-Howell

| (I) Porcentajes | (J) Porcentajes | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|-----------------|-----------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 0% | 12% | -7,4067* | ,80074 | ,025 | -12,8222 | -1,9911 |
| | 15% | -4,0000* | ,37939 | ,005 | -5,8882 | -2,1118 |
| | 4% | -2,7900 | 1,59422 | ,551 | -14,6420 | 9,0620 |
| | 8% | -4,8700* | ,36423 | ,002 | -6,6445 | -3,0955 |
| 12% | 0% | 7,4067* | ,80074 | ,025 | 1,9911 | 12,8222 |
| | 15% | 3,4067 | ,84133 | ,116 | -1,4626 | 8,2759 |
| | 4% | 4,6167 | 1,76223 | ,271 | -4,9414 | 14,1747 |
| | 8% | 2,5367 | ,83461 | ,218 | -2,3996 | 7,4729 |
| 15% | 0% | 4,0000* | ,37939 | ,005 | 2,1118 | 5,8882 |
| | 12% | -3,4067 | ,84133 | ,116 | -8,2759 | 1,4626 |
| | 4% | 1,2100 | 1,61499 | ,927 | -10,1634 | 12,5834 |
| | 8% | -,8700 | ,44647 | ,419 | -2,8581 | 1,1181 |
| 4% | 0% | 2,7900 | 1,59422 | ,551 | -9,0620 | 14,6420 |
| | 12% | -4,6167 | 1,76223 | ,271 | -14,1747 | 4,9414 |
| | 15% | -1,2100 | 1,61499 | ,927 | -12,5834 | 10,1634 |
| | 8% | -2,0800 | 1,61150 | ,724 | -13,5283 | 9,3683 |
| 8% | 0% | 4,8700* | ,36423 | ,002 | 3,0955 | 6,6445 |
| | 12% | -2,5367 | ,83461 | ,218 | -7,4729 | 2,3996 |
| | 15% | ,8700 | ,44647 | ,419 | -1,1181 | 2,8581 |
| | 4% | 2,0800 | 1,61150 | ,724 | -9,3683 | 13,5283 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2,006.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Diseño completamente aleatorizado, curado a los 28 días.

Resistencia a la compresión

| | PORCENTAJES | RESISTENCIA A LA COMPRESION | var |
|----|-------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 0% | 275.33 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0% | 276.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0% | 306.89 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0% | 282.99 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 4% | 294.53 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 4% | 303.29 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 4% | 298.06 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 4% | 290.96 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 8% | 323.82 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 8% | 331.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 8% | 316.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 8% | 328.17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 12% | 333.95 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 12% | 353.76 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 12% | 352.82 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 12% | 358.15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 15% | 312.99 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 15% | 314.74 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 15% | 320.53 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 15% | 316.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Supuestos que debe cumplir

1. Prueba de normalidad

a) Hipótesis estadísticas

H_0 : Los datos tienen una distribución normal

H_a : Los datos no tienen una distribución normal.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de normalidad

| | Kolmogórov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------------------------|--------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resistencia a la compresión | ,092 | 20 | ,200* | ,965 | 20 | ,657 |

e) Decisión

A un nivel de significancia de 5%, existe evidencia suficiente para no rechazar H_0 .

Se visualiza que el tamaño de muestras es $n=20 \leq 50$ por tal razón se utiliza Shapiro Wilk, el grado de Sig. es de $0.657 > 0.05$, por lo tanto, decimos que las varianzas son iguales porque la H_0 no se rechaza y los datos tienen una distribución normal.

2. Prueba de homocedasticidad

a) Hipótesis estadísticas

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_t^2$$

H_a : Al menos una varianza difiere.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de homocedasticidad

| Descripción | Estadístico de Levene | Sig. |
|---|-----------------------|------|
| Resistencia a la compresión Se basa en la media | 1,909 | ,161 |

a) Decisión

A un nivel de significancia de 5%, existe evidencia suficiente para no rechazar H_0 ; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal.

Se presenta un grado de significancia de $0.161 > 0.05$, basado en la media, por lo tanto, la H_0 no se rechaza demostrando la homogeneidad de varianza.

3. Prueba de varianza de medias

a) Hipótesis estadísticas

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$$

H_a : Alguna distinta.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0).

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0).

d) Prueba de homocedasticidad

| Pruebas de efectos inter-sujetos | | | | | |
|---|-------------------------------|----|------------------|-----------|------|
| Variable dependiente: Resistencia a la compresión | | | | | |
| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Modelo corregido | 10018,484 | 4 | 2504,621 | 30,476 | ,000 |
| Intersección | 1979085,698 | 1 | 1979085,698 | 24081,239 | ,000 |
| Porcentajes | 10018,484 | 4 | 2504,621 | 30,476 | ,000 |
| Error | 1232,756 | 15 | 82,184 | | |
| Total | 1990336,938 | 20 | | | |
| Total, corregido | 11251,240 | 19 | | | |

e) Decisión

Sig 0.00 < 0.05 entonces si existe diferencia significativa, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

4. Prueba de comparaciones múltiples

a) Nivel de significancia

$$\alpha < 0.05$$

b) Región crítica

Valor sig \leq 0.05 (Existe diferencias significativas).

Valor sig $>$ 0.05 (No existe diferencias significativas).

c) Prueba de comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

HSD Tukey

| (I) PORCENTAJES | (J) PORCENTAJES | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|--------------------|--------------------|-------------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 0% | 12% | -64,2000* | 6,41016 | ,000 | -83,9941 | -44,4059 |
| | 15% | -30,7700* | 6,41016 | ,002 | -50,5641 | -10,9759 |
| | 4% | -11,2400 | 6,41016 | ,434 | -31,0341 | 8,5541 |
| | 8% | -39,2925* | 6,41016 | ,000 | -59,0866 | -19,4984 |
| 12% | 0% | 64,2000* | 6,41016 | ,000 | 44,4059 | 83,9941 |
| | 15% | 33,4300* | 6,41016 | ,001 | 13,6359 | 53,2241 |
| | 4% | 52,9600* | 6,41016 | ,000 | 33,1659 | 72,7541 |
| | 8% | 24,9075* | 6,41016 | ,011 | 5,1134 | 44,7016 |
| 15% | 0% | 30,7700* | 6,41016 | ,002 | 10,9759 | 50,5641 |
| | 12% | -33,4300* | 6,41016 | ,001 | -53,2241 | -13,6359 |
| | 4% | 19,5300 | 6,41016 | ,054 | -,2641 | 39,3241 |
| | 8% | -8,5225 | 6,41016 | ,678 | -28,3166 | 11,2716 |
| 4% | 0% | 11,2400 | 6,41016 | ,434 | -8,5541 | 31,0341 |
| | 12% | -52,9600* | 6,41016 | ,000 | -72,7541 | -33,1659 |
| | 15% | -19,5300 | 6,41016 | ,054 | -39,3241 | ,2641 |
| | 8% | -28,0525* | 6,41016 | ,004 | -47,8466 | -8,2584 |
| 8% | 0% | 39,2925* | 6,41016 | ,000 | 19,4984 | 59,0866 |
| | 12% | -24,9075* | 6,41016 | ,011 | -44,7016 | -5,1134 |
| | 15% | 8,5225 | 6,41016 | ,678 | -11,2716 | 28,3166 |
| | 4% | 28,0525* | 6,41016 | ,004 | 8,2584 | 47,8466 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 82,180.

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

d) Decisión

Se presenta el de nivel de significancia menor a 0.05 con el 12% de concentración bacteriana *Bacillus subtilis*, por lo que si existe diferencias significativas a los 28 días de evaluación de las muestras de concreto para la resistencia a la compresión.

Resistencia a la flexión

| | PORCENTAJES | RESISTENCIAS | var |
|----|-------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 0% | 44.12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0% | 44.09 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0% | 44.18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0% | 43.34 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 4% | 46.26 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 4% | 45.23 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 4% | 44.09 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 4% | 44.26 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 8% | 48.44 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 8% | 47.78 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 8% | 49.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 8% | 48.03 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 12% | 50.24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 12% | 51.06 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 12% | 50.63 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 12% | 50.65 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 15% | 47.65 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 15% | 46.77 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 15% | 46.61 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 15% | 47.62 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Supuestos que debe cumplir

1. Prueba de normalidad

a) Hipótesis estadísticas

H_0 : Los datos tienen una distribución normal

H_a : Los datos no tienen una distribución normal.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------------------|--------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resistencia a la flexión | ,162 | 20 | ,176 | ,923 | 20 | ,112 |

e) Decisión

Se visualiza que el tamaño de muestras es $n=20 \leq 50$ por tal razón se utiliza Shapiro Wilk, el grado de Sig. es de $0.112 > 0.05$, por lo tanto, decimos que las varianzas son iguales porque la H_0 no se rechaza y los datos tienen una distribución normal.

2. Prueba de homocedasticidad

a) Hipótesis estadísticas

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_t^2$$

H_a : Al menos una varianza difiere.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de homocedasticidad

| Descripción | | Estadístico de Levene | Sig. |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|------|
| Resistencia a la flexión | Se basa en la media | 2,221 | ,116 |

Se presenta un grado de significancia de $0.116 > 0.05$, basado en la media, por lo tanto, la H_0 no se rechaza demostrando la homogeneidad de varianza.

3. Prueba de varianza de medias

a) Hipótesis estadísticas

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_l$$

H_a : Alguna distinta.

b) Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

d) Prueba de homocedasticidad

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Resistencia a la flexión

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|------------|------|
| Modelo corregido | 115,505 | 4 | 28,876 | 69,335 | ,000 |
| Intersección | 44222,310 | 1 | 44222,310 | 106182,388 | ,000 |
| Porcentajes | 115,505 | 4 | 28,876 | 69,335 | ,000 |
| Error | 6,247 | 15 | ,416 | | |
| Total | 44344,062 | 20 | | | |
| Total, corregido | 121,752 | 19 | | | |

e) Decisión

Significancia $0.00 < 0.05$ entonces si existe diferencia significativa, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

4. Prueba de comparaciones múltiples

a) Nivel de significancia

$$\alpha < 0.05$$

b) Región crítica

Valor sig ≤ 0.05 (rechazar hipótesis nula H_0)

Valor sig > 0.05 (No rechazar hipótesis H_0)

c) Prueba de comparaciones múltiples

| | (I) Porcentajes | (J) Porcentajes | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------|--------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| HSD | 0% | 12% | -6,7125* | ,45633 | ,000 | -8,1216 | -5,3034 |
| Tukey | | 15% | -3,2300* | ,45633 | ,000 | -4,6391 | -1,8209 |
| | | 4% | -1,0275 | ,45633 | ,214 | -2,4366 | ,3816 |
| | | 8% | -4,4800* | ,45633 | ,000 | -5,8891 | -3,0709 |
| | | 12% | 6,7125* | ,45633 | ,000 | 5,3034 | 8,1216 |
| | 15% | 3,4825* | ,45633 | ,000 | 2,0734 | 4,8916 | |
| | 4% | 5,6850* | ,45633 | ,000 | 4,2759 | 7,0941 | |
| | 8% | 2,2325* | ,45633 | ,002 | ,8234 | 3,6416 | |
| | 15% | 0% | 3,2300* | ,45633 | ,000 | 1,8209 | 4,6391 |
| | | 12% | -3,4825* | ,45633 | ,000 | -4,8916 | -2,0734 |
| | | 4% | 2,2025* | ,45633 | ,002 | ,7934 | 3,6116 |
| | | 8% | -1,2500 | ,45633 | ,094 | -2,6591 | ,1591 |
| | 4% | 0% | 1,0275 | ,45633 | ,214 | -,3816 | 2,4366 |
| | | 12% | -5,6850* | ,45633 | ,000 | -7,0941 | -4,2759 |
| | | 15% | -2,2025* | ,45633 | ,002 | -3,6116 | -,7934 |
| | | 8% | -3,4525* | ,45633 | ,000 | -4,8616 | -2,0434 |
| | 8% | 0% | 4,4800* | ,45633 | ,000 | 3,0709 | 5,8891 |
| | | 12% | -2,2325* | ,45633 | ,002 | -3,6416 | -,8234 |
| | | 15% | 1,2500 | ,45633 | ,094 | -,1591 | 2,6591 |
| | | 4% | 3,4525* | ,45633 | ,000 | 2,0434 | 4,8616 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,416.

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

d) Decisión

Se presenta el de nivel de significancia menor a 0.05 por lo que existe diferencias significativas a los 28 días de evaluación de las muestras de concreto para la resistencia a la flexión con el 12% de concentración bacteriana *Bacillus subtilis*.

ANEXO 07: PANEL FOTOGRÁFICO



Identificación de la bacteria *Bacillus subtilis* en el compuesto líquido 1×10^9 cel/ml.



Pesado del nitrato de calcio.



Medición de la suspensión bacteriana.



Temperatura del concreto.



Peso unitario.



Contenido de aire.



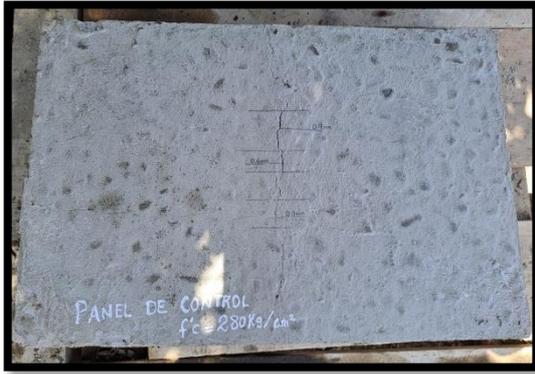
Slump.



Engrasado de moldes.



Elaboración de muestras.



Evaluación de paneles por contracción plástica durante 24 horas.



Rotura de probetas (resistencia a la compresión).



Rotura de vigas (resistencia a la flexión)

ANEXO 08: NORMAS DE ENSAYOS COMPRADOS A INDECOPI

Designación: ASTM C 131 - 01

Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina Los Angeles¹

Esta norma ha sido editada con la designación C 131; el número que sigue inmediatamente a la designación señala su año de adopción original o, en caso de revisión, el año de la última revisión. Un número en paréntesis indica el año de la última aprobación. Una letra epsilon en superíndice (ϵ) señala un cambio editorial desde la última revisión o aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por el Departamento de Defensa.

1. Alcances*

1.1 Este método de ensayo describe un procedimiento para ensayar tamaños de áridos gruesos menores a los 37,5 mm (1 1/2 pulg) para la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de ensayo Los Angeles.

Nota 1 - Un procedimiento para ensayar los áridos gruesos mayores de 19,0 mm (3/4 pulg) se encuentra en el Método de Ensayo C 535.

1.2 Los valores establecidos en unidades del SI constituyen la norma. Los valores entre paréntesis son informativos.

1.3 *Esta norma no se refiere a todas las medidas de seguridad si las hubiera, asociadas con su uso. Es de responsabilidad del usuario de estas normas el establecer las medidas y prácticas de seguridad y salud personal necesarias y determinar la aplicación de las limitaciones reglamentarias con anterioridad a su uso.*

2. Documentos de referencia

2.1 *Normas ASTM:*

C 125 Terminología relacionada con el hormigón y áridos para el hormigón.²

C 136 Método de ensayo para determinar el análisis granulométrico de los áridos finos y gruesos.²

C 535 Método de Ensayo para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de gran tamaño por abrasión e impacto en la Máquina Los Angeles²

C 670 Práctica para la preparación de los informes de precisión y sesgo para los métodos de ensayo de los materiales para la construcción.²

C 702 Práctica para reducir las muestras de áridos al tamaño para los ensayos.²

D 75 Práctica para el muestreo de los áridos.³

E 11 Especificaciones para los tamices de malla para fines de ensayo.⁴

3. Terminología

3.1 *Definiciones* - Las definiciones de los términos usados en este método de ensayo se encuentran en Terminología C 125.

4. Resumen del método de ensayo

4.1 Este método de ensayo es una medida de la degradación de los áridos minerales de granulometría estándar. Estos resultados provienen de una combinación de acciones como abrasión o

desgaste, impacto y trituración, efectuadas en un tambor de acero que contiene un número especificado de esferas de acero. El número de esferas depende de la granulometría de la muestra de ensayo. A medida que el tambor gira, una placa recoge la muestra y las esferas de acero, las traslada hasta el lado opuesto del tambor donde las deja caer, creando un efecto de impacto y trituración. Luego el contenido gira dentro del tambor con una acción abrasiva y trituradora hasta que la placa toma la muestra y las esferas de acero y el ciclo se repite. Después de un determinado número de revoluciones, el contenido es retirado del tambor y la porción de áridos es tamizada para medir la degradación como porcentaje de pérdida.

5. Significado y uso

5.1 Este método de ensayo ha sido ampliamente empleado como indicador de la calidad relativa de diversas fuentes de áridos que poseen una composición mineral similar. Los resultados no permiten hacer automáticamente comparaciones válidas entre fuentes distintas en su origen, composición o estructura. Se deben asignar los límites de las especificaciones basadas en este ensayo con extremo cuidado considerando los tipos de áridos disponibles y su comportamiento histórico en usos específicos.

* Al final de la norma aparece un resumen de los cambios efectuados

¹ Este método de ensayo se encuentra bajo la jurisdicción del Comité C09 de la ASTM sobre Hormigón y Áridos para hormigón y es de responsabilidad directa del Subcomité C09.20 sobre Áridos de peso normal.

La presente edición fue aprobada con fecha 10 de agosto de 2001. Publicada en octubre de 2001. Originalmente publicada como C 131 - 37T. La edición anterior es C 131 - 96.

² Anuario de normas ASTM, Vol. 04.02.

³ Anuario de normas ASTM, Vol. 04.03.

⁴ Anuario de normas ASTM, Vol. 14.02.

7. Muestreo

7.1 Obtenga la muestra de acuerdo con la Práctica D 75 y redúzcala al tamaño adecuado para el ensayo, de acuerdo con la Práctica C 702.

8. Preparación de la muestra de ensayo

8.1 Lave y seque en el horno la muestra reducida, a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$) hasta masa constante (véase 9.1.1), separe en fracciones y vuelva a combinar hasta obtener la granulometría de la Tabla 1 más cercana al rango de los tamaños de los áridos proporcionados para el trabajo. Anote la masa de la muestra antes del ensayo aproximándola al gramo más cercano.

9. Procedimiento

9.1 Coloque la muestra y la carga en la máquina de ensayo Los Angeles y haga girar la máquina a una velocidad de 30 a 33 rev/min durante 500 revoluciones (Nota 5). A continuación, descargue el material de la máquina y haga una separación preliminar de la muestra en un tamiz más gruesos de 1,70 mm (N° 12). Tamice la porción más fina en un tamiz de 1,70 mm de acuerdo con el Método de Ensayo C 136. Lave el material más grueso que 1,70 mm y seque en el horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$) hasta masa constante (véase 9.1.1) y determine la masa aproximándola al gramo más cercano (Nota 6).

9.1.1 Si el árido se encuentra prácticamente libre de polvo y materias adheridas, el requisito de lavado posterior al ensayo puede evitarse, aunque siempre se requiere el secado antes del ensayo. Sin embargo, en el caso de un ensayo de referencia, el procedimiento de lavado debe realizarse.

Nota 5 - Se puede obtener una información valiosa sobre la uniformidad de la muestra en ensayo, determinando la pérdida después de 100 revoluciones. Esta pérdida debe ser determinada sin el lavado del material más grueso que el tamiz de 170 mm. La razón de la pérdida después de 100 revoluciones con respecto a la pérdida después de 500 revoluciones no debería exceder el 0,20 para el material de dureza uniforme. Al realizar esta determinación, se debe tener cuidado en evitar la pérdida de cualquier porción de la muestra. Devuelva toda la muestra, incluido el polvo de la fractura, a la máquina de ensayo para aplicarle las 400 revoluciones faltantes para completar el ensayo.

Nota 6 - La eliminación del lavado después del ensayo rara vez reduce la pérdida medida en más de un 0,2% de la masa original de la muestra.

10. Cálculos

10.1 Calcule la pérdida (diferencia entre la masa original y la masa final de la muestra de ensayo) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Informe este valor como porcentaje de pérdida (Nota 7).

Nota 7 - El porcentaje de pérdida determinado por este método de ensayo no presenta una relación consistente con el porcentaje de pérdida cuando se aplica en Método de Ensayo C 535 para el mismo material.

11. Informe

11.1 Entregue la siguiente información:

11.1.1 Identificación de los áridos, como por ejemplo, fuente, tipo y tamaño máximo nominal.

11.1.2 Designación de la granulometría según la Tabla 1 utilizada para el ensayo, y

11.1.3 Pérdida por abrasión e impacto de la muestra aproximada al 1% más cercano en masa.

12. Precisión y sesgo

12.1 *Precisión* - Para los áridos gruesos de tamaño máximo nominal 19,0 mm (3/4 pulg) con un porcentaje de pérdida en un rango entre 10 y 45%, el coeficiente de variación multilaboratorio ha sido determinado en 4,5%⁵. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por dos laboratorios diferentes en muestras de los mismos áridos no deberán diferir entre sí en más de un 12,7% de su promedio. El coeficiente de variación de un solo operador ha sido determinado en 2,0%⁵. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por un mismo operador con la misma muestra de áridos gruesos no deberán diferir entre sí en más de un 5,7% de su promedio⁵.

12.2 *Sesgo* - Como no existe un material de referencia aceptado ni adecuado para determinar el sesgo en este método de ensayo, no se hacen comentarios al respecto.

13 Palabras clave

13.1 abrasión; árido (grueso; tamaño pequeño); degradación; impacto; máquina Los Angeles.

⁵ Estos números representan los límites (1S%) y (D2S%), respectivamente, como se describe en la Práctica C 670.

AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados

AGGREGATES. Test method for bulk density (“Unit Weight”) and voids in aggregate standard test method for soundness of aggregates by use of sodium sulfate or magnesium sulfate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C29/C29M-17a, Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2020-01-29
4ª Edición

R.D. N° 001-2020-INACAL/DN. Publicada el 2020-02-18

Precio basado en 14 páginas

I.C.S.: 19.060

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Agregados, densidad de masa, agregado grueso, densidad, agregado fino, peso unitario, vacíos en agregados

9 Procedimiento

9.1 Determinar y registrar la masa del recipiente vacío al 0,05 kg más cercano.

9.2 Para determinar la densidad aparente compactada de agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 37,5 mm [1 ½ pulg] o menos, consolidar la muestra en el recipiente usando el Método A: Rodding (apisonado); usar el Método B: Jigging para agregados que tengan un tamaño máximo nominal superior a 37,5 mm [1 ½ pulg] y que no exceda de 125 mm [5 pulg]. Para determinar la densidad aparente suelta del agregado, cuando esté estipulado, completar el recipiente con el Método C: Shoveling (palear).

9.2.1 Método A – *Rodding*

9.2.1.1 Llenar el recipiente a un tercio del total y nivelar la superficie con los dedos. Apisonar la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado uniformemente distribuido sobre la superficie. Llenar el recipiente a los dos tercios del total y nuevamente nivelar y apisonar como anteriormente. Finalmente, llenar el recipiente a sobre-volumen y apisonar nuevamente de la forma indicada líneas arriba. Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibre los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

9.2.1.2 En el apisonado de la primera capa, procurar no golpear el fondo del recipiente con fuerza con la varilla. En el apisonado de la segunda y tercera capas, usar un esfuerzo vigoroso, pero no mayor de la que pueda causar la penetración de la varilla a la capa previa del agregado.

NOTA 5: En el apisonado de tamaños grandes de agregado grueso, esto puede no ser posible para penetrar la capa que está siendo consolidada, especialmente con agregados angulares. El intento del procedimiento será cumplido si un esfuerzo vigoroso es usado.

9.2.2 Método B – *Jigging*

9.2.2.1 Llenar el recipiente en 3 capas aproximadamente iguales como se describe en 9.2.1.1, compactar cada capa por colocación del recipiente en una base firme, como un piso de concreto, se inclina el recipiente hasta que el borde opuesto a la base de apoyo diste unos 50 mm del piso, para luego dejarlo caer en forma tal que de un golpe seco. Mediante este procedimiento, las partículas del agregado se acomodan de forma compacta. Compactar cada capa dejando caer el recipiente 50 veces en la forma descrita, 25 veces por cada extremo opuesto. Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

9.2.3 Método C – *Shoveling*

9.2.3.1 Llenar el recipiente hasta el rebocé con una pala o cucharón, descargando el agregado de una altura que no exceda 50 mm encima del borde superior del mismo. Tener cuidado a fin de prevenir, como sea posible, la segregación del tamaño de partículas que constituyen la muestra. Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

9.3 Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg .

10 Cálculo

10.1 **Densidad de masa:** Calcular la densidad de masa como sigue:

$$M = \frac{(G - T)}{V} \quad (1)$$

o

$$M = (G - T) \times F \quad (2)$$

AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo

AGGREGATES. Sieve analysis of fine and coarse aggregate. Test method

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 136/C136M:2019 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International.

2021-10-29
4ª Edición

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 16 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Agregado, agregado grueso, agregado fino, serie, gradación, análisis por tamizado, análisis granulométrico

7 Procedimiento

7.1 Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($230\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{F}$).

NOTA 5: Para ensayos de control, particularmente cuando se deseen resultados rápidos no es necesario secar el agregado grueso para el análisis granulométrico. Los resultados son ligeramente afectados por el contenido de humedad a menos que: (1) el tamaño máximo nominal sea menor que 12,5 mm ($1/2$ pulg); (2) el agregado grueso contenga apreciable cantidad de material más fino que 4,75 mm (No. 4); o (3) el agregado grueso es altamente absorbente (ejemplo un agregado ligero). También las muestras pueden ser secadas a una temperatura alta utilizando planchas calientes sin afectar los resultados, manteniendo los escapes de vapor sin generación de presiones suficientes como para fracturar las partículas y, temperaturas que no sean mayores como para causar el rompimiento químico del agregado.

7.2 Se seleccionarán tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado. El uso de tamices adicionales, según se desee o pueda ser necesario para obtener otra información, tal como módulo de finura o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período suficiente, establecido por tanda o verificado por la medida de la muestra ensayada, para obtener los criterios de suficiencia o tamizado descritos en el subcapítulo 7.4.

7.3 Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado. Para tamices con aberturas menores que 4,75 mm (No. 4), la cantidad retenida sobre alguna malla al completar el tamizado no debe exceder a 7 kg/m^2 de área superficial de tamizado (Véase Nota 6). Para tamices con aberturas de 4,75 mm (No. 4) y mayores, la cantidad retenida en kg no debe exceder el producto de $2,5 \times$ (abertura del tamiz en mm \times (área efectiva de tamizado, m^2)). Esta cantidad se muestra en la Tabla 2 para 5 dimensiones de tamices de uso común. En ningún caso la cantidad retenida debe ser mayor como para causar deformación permanente al tamiz.

7.3.1 Prevenir una sobrecarga de material sobre un tamiz individual por uno de los siguientes procedimientos:

7.3.1.1 Colocar un tamiz adicional con abertura intermedia entre el tamiz que va a ser sobrecargado y el tamiz inmediatamente superior en la disposición original de tamices.

7.3.1.2 Separar la muestra en dos o más porciones, tamizando cada porción individual. Combinar las masas de cada porción retenidas sobre un tamiz especificado antes de calcular el porcentaje de la muestra sobre el tamiz.

7.3.1.3 Utilizar tamices de mayor armazón que provean mayor área de tamizado.

NOTA 6: La cantidad de 7 kg/m² a 200 g para los diámetros usuales de tamiz de 203 mm (8 pulg) (con superficie efectiva de tamizado de 190,5 mm (7,5 pulg) de diámetro).

Tabla 2 - Máxima cantidad permitida de material retenido sobre un tamiz, kg (lb)

| Abertura nominal del tamiz, mm | Dimensión nominal del tamiz ^A | | | | |
|--------------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| | (8 pulg) diám ^B | (10 pulg) diám ^B | (12 pulg) diám ^B | (14 pulg por 14 pulg) | (14,5 por 23 pulg) |
| | Área de tamizado, m ² (pie ²) | | | | |
| | 0,0285 (0,3) | 0,0457 (0,5) | 0,0670 (0,7) | 0,1225 (1,3) | 0,2158 (2,3) |
| 125 | ^C | ^C | ^C | ^C | 67,4 (148 ½) |
| 100 | ^C | ^C | ^C | 30,6 (67 ½) | 53,9 (118 ¾) |
| 90 | ^C | ^C | 15,1 (33 ¼) | 27,6 (60 ¾) | 48,5 (106 ¾) |
| 75 | ^C | 8,6 (19) | 12,6 (27 ¾) | 23,0 (50 ¾) | 40,5 (89 ¼) |
| 63 | ^C | 7,2 (15 ¾) | 10,6 (23 ¼) | 19,3 (42 ½) | 34,0 (75) |
| 50 | 3,6 (8) | 5,7 (13) | 8,4 (18 ½) | 15,3 (33 ¾) | 27,0 (59 ½) |
| 37,5 | 2,7 (6) | 4,3 (9 ½) | 6,3 (13 ¾) | 11,5 (25 ¼) | 20,2 (44 ½) |
| 25,0 | 1,8 (4) | 2,9 (6 ½) | 4,2 (9 ¼) | 7,7 (17) | 13,5 (29 ¾) |
| 19,0 | 1,4 (3 ½) | 2,2 (4 ¾) | 3,2 (7 ½) | 5,8 (12 ¾) | 10,2 (22 ½) |
| 12,5 | 0,89 (2) | 1,4 (3) | 2,1 (4 ¾) | 3,8 (8 ¼) | 6,7 (14 ¾) |
| 9,5 | 0,67 (1 ½) | 1,1 (2 ½) | 1,6 (3 ½) | 2,9 (6 ¼) | 5,1 (11 ¼) |
| 4,75 | 0,33 (¾) | 0,54 (1 ¼) | 0,80 (1 ¾) | 1,5 (3 ¼) | 2,6 (5 ¾) |

^A Dimensiones del tamiz en pulgadas: Diámetro de 8,0 pulg , diámetro de 10,0 pulg ; diámetro de 12 pulg ; de 13,8 pulg x 13,8 pulg (14 pulg x 14 pulg nominal); 14,6 pulg x 22,8 pulg (16 pulg x 24 pulg nominal).

^B El área de los tamices circulares se basa sobre su diámetro efectivo 12,7 mm (½ pulg) menos que el diámetro nominal, dado que la especificación NTP 334.170 o ASTM E11 permite que la soldadura entre el tamiz y el marco (armazón) sea hasta de 6,35 mm (¼ pulg) sobre el tamiz. De este modo el diámetro efectivo de tamizado para un tamiz de 203 mm (8 pulg) es 190,5 mm (7,5 pulg). Los fabricantes de tamices no deberían sobrepasar de 6,5 mm (¼ pulg) de espesor de soldadura sobre el tamiz.

^C Los tamices indicados tienen menos de cinco aberturas. No deberán ser utilizados para tamizado, excepto como está previsto en el subcapítulo 7.6.

7.4 Continuar el tamizado por un periodo suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual como sigue: Sostener firmemente el tamiz individual con su tapa y fondo bien ajustado en posición ligeramente inclinada en una mano. Golpear el filo contra el talón de la otra mano con un movimiento hacia arriba y a una velocidad cerca de 150 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes. En la determinación de la eficacia del tamizado para medidas mayores de 4,75 mm (No. 4), limitar a una capa simple de partículas sobre el tamiz. Si la medida del tamiz hace impracticable el movimiento de tamizado descrito, utilizar el tamiz de 203 mm (8 pulg) de diámetro para verificar la eficiencia del tamizado.

7.5 En el caso de mezclas de agregados gruesos y finos, consultar el subcapítulo 7.3.1 para evitar la sobrecarga de tamices individuales.

7.5.1 Opcionalmente, la porción más fina que la malla de 4,75 mm (No. 4), puede ser reducida utilizando un sacudidor mecánico de acuerdo con el método NTP 400.043. Si se siguió este procedimiento, calcular la masa del incremento de cada medida de la muestra original como sigue:

$$A = \frac{W_1}{W_2} \times B \quad (1)$$

donde:

A = masa del incremento de la medida sobre la base de la muestra total;

W_1 = masa de la fracción más fina que la malla de 4,75 mm (No. 4) en la muestra total;

W_2 = masa de la porción reducida de material más fino que la malla de 4,75 mm (No. 4) efectivamente tamizada;

B = masa del incremento en la porción reducida tamizada.

7.6 A no ser que se utilice un sacudidor mecánico, tamizar manualmente las partículas mayores que 75 mm (3 pulg) para la determinación de las aberturas menores de tamiz a través de la cual pasa. Empezar con el menor tamiz utilizado. Alternar las partículas, si es necesario, para determinar si pasarán a través de una abertura particular; de cualquier modo, no fuerce las partículas a pasar a través del tamiz.

7.7 Determinar la masa de cada incremento de medida sobre una balanza de acuerdo a los requerimientos especificados en el subcapítulo 1.4 aproximando al 0,1 % más cercano de la masa total original de la muestra seca. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz. Si la cantidad difiere en más de 0,3 % , sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

7.8 Si la muestra fue previamente ensayada por el método descrito en la NTP 400.018, adicionar la masa del material más fino que la malla de 75 μm (No. 200) determinado por ese método de ensayo a la masa que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200) por tamizado en seco de la misma muestra en este método de ensayo.

8 Cálculo

8.1 Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximando al 0,1 % más cercano de la masa seca inicial de la muestra. Si la misma muestra fue primero ensayada por el método de ensayo que se describe en la NTP 400.018, incluir la masa de material más fino que la malla de 75 μm (No. 200) calculada por el método de lavado y utilizar el total de la masa de la muestra seca previa al lavado descrito en el método de ensayo de la NTP 400.018, como base para calcular todos los porcentajes.

8.1.1 Cuando se ensayan incrementos de la muestra, como se indica en el subcapítulo 6.6, se utilizará el total de la masa de la porción del incremento retenido en cada tamiz, para calcular los porcentajes que se mencionan en el subcapítulo 8.1.

8.2 Cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150 μm (No. 100); 300 μm (No. 50); 600 μm (No. 30); 1,18 mm (No. 16); 2,36 mm (No. 8); 4,75 mm (No. 4); 9,5 mm ($3/8$ pulg); 19,0 mm ($3/4$ pulg); 37,5 mm (1 $1/2$ pulg) y. mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo

AGGREGATES. Relative density (specific weight) and absorption of coarse aggregate. Test method

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C127:2015 Standard test method for density, relative density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. - Reimpreso por autorización de ASTM International

2020-11-05
4ª Edición

R.D. N° 030-2020-INACAL/DN. Publicada el 2020-11-26

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, agregado fino, densidad relativa, gravedad específica

6.3 La masa mínima de la muestra de ensayo a utilizar se da de la siguiente manera. Está permitido ensayar el agregado grueso en varias fracciones de tamaño. Si la muestra contiene más de 15% retenido en el tamiz de 37,5 mm (1 ½ pulg), ensayar el material mayor que 37,5 mm en una o más fracciones de tamaño por separado de las fracciones de tamaño de menor tamaño. Cuando un agregado se ensaya en diferentes fracciones de tamaño, la masa mínima de la muestra de ensayo para cada fracción debe ser la diferencia entre los valores indicados para los tamaños máximo y mínimo de la fracción.

| Tamaño máximo nominal mm (pulg.) | Masa Mínima de muestra de ensayo kg (lb) |
|-------------------------------------|---|
| 12,5 (½) o menor | 2 (4,4) |
| 19,0 (¾) | 3 (6,6) |
| 25,0 (1) | 4 (8,8) |
| 37,5 (1 ½) | 5 (11) |
| 50,0 (2) | 8 (18) |
| 63,0 (2 ½) | 12 (26) |
| 75,0 (3) | 18 (40) |
| 90,0 (3 ½) | 25 (55) |
| 100 (4) | 40 (88) |
| 125 (5) | 75 (165) |

6.4 Si la muestra es ensayada en dos o más fracciones, determinar la clasificación de la muestra de acuerdo con la NTP 400.012, incluyendo los tamices utilizados para la separación de las fracciones por tamaño para las determinaciones en este método. Al calcular el porcentaje de material en cada fracción de tamaño, ignorar la cantidad de material más fino que el tamiz de 4,75 mm (No. 4) (o el tamiz de 2,36 mm (No. 8) se hará cuando este tamiz sea usado de acuerdo con el subcapítulo 6.2).

NOTA 2: Cuando se ensayan agregados gruesos de tamaño máximo nominal grande, que requieren grandes muestras de ensayo, puede ser más conveniente llevar a cabo la prueba en dos o más sub-muestras, y los valores obtenidos se combinarán para los cálculos descritos en el capítulo 8.

7 Procedimiento

7.1 Secar la muestra de ensayo en una estufa hasta peso constante a una temperatura de $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, enfriar a temperatura ambiente durante 1 h a 3 h para las muestras de ensayo de tamaño nominal máximo de 37,5 mm (1 ½ pulg), o por un tiempo mayor para tamaños mayores, hasta que el agregado se haya enfriado a una temperatura

adecuada de manipular (aproximadamente 50 °C). Posteriormente sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente, durante un período de $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$. Cuando se utilizan las especificaciones ASTM C330 o ASTM C332 de agregados ligeros del Grupo II, sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente durante un período de $72 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$, agitar durante al menos un minuto cada 24 h.

7.2 Cuando los valores de absorción y de densidad relativa (gravedad específica) se utilicen en la dosificación mezclas de concreto, en las que los agregados estén en su condición de humedad natural, el requisito del subcapítulo 7.1 para el secado inicial es opcional y, si las superficies de las partículas de la muestra se han mantenido continuamente húmedas hasta que se hayan ensayado, el requisito establecido en el subcapítulo 7.1 para la remojo durante $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ o $72 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ también es opcional.

NOTA 3: Los valores de absorción y de densidad relativa (gravedad específica) (SSD) pueden ser significativamente mayores para agregados no secados en estufa, antes de remojarlos, que para el mismo agregado tratado de acuerdo al subcapítulo 7.1. Esto es especialmente cierto, para las partículas mayores de 75 mm, debido a que el agua puede no ser capaz de penetrar en los poros hacia el centro de las partículas durante el período de remojo indicado.

7.3 Retirar la muestra del agua y hacer rodar sobre un paño absorbente grande, hasta que se eliminan todas las partículas visibles de agua. Limpiar las partículas más grandes individualmente. Se permite la utilización de un flujo de aire para facilitar la operación de secado. Tener cuidado para evitar la evaporación del agua de los poros de agregados durante la operación de secado superficial. Determinar la masa de la muestra de ensayo, en la condición saturada superficialmente seca. Anotar ésta y todas las masas subsiguientes cercanas a 0,5 g o al 0,05 % de la masa de la muestra, lo que sea mayor.

7.4 Después de la determinación de la masa en aire, colocar inmediatamente la muestra saturada superficialmente seca en el contenedor de la muestra y determinar su masa aparente en agua a $23 \text{ °C} \pm 2,0 \text{ °C}$. Tener cuidado de eliminar todo el aire atrapado antes de determinar la masa, agitando el recipiente mientras esté sumergido.

NOTA 4: La diferencia entre la masa en el aire y la masa cuando la muestra se sumerge en el agua es igual a la masa de agua desplazada por la muestra.

NOTA 5: El contenedor debe ser sumergido a una profundidad suficiente para cubrirlo y también cubrir la muestra de ensayo, mientras se determina la masa aparente en el agua. El cable que suspende el contenedor debe ser de tamaño práctico más pequeño, para minimizar los posibles efectos de una longitud sumergida variable.

7.5 Secar la muestra de ensayo en la estufa hasta peso constante, a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, enfriar al aire a temperatura ambiente durante 1 h a 3 h, o hasta que el agregado se ha enfriado a una temperatura que sea apropiada para la manipulación (aproximadamente $50\text{ }^{\circ}\text{C}$) y determinar la masa.

8 Cálculos

8.1 Densidad relativa (Gravedad específica)

8.1.1 **Densidad relativa (Gravedad específica) (OD):** calcular la densidad relativa (gravedad específica) en base al agregado secado al horno de la manera siguiente:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica)(OD)} = A/(B - C) \quad (1)$$

donde:

A = masa de la muestra secada al horno al aire, g ;

B = masa de la muestra de ensayo saturada superficialmente seca al aire, g ; y

C = masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua, g .

8.1.2 **Densidad relativa (gravedad específica) (SSD):** Calcular la densidad relativa (gravedad específica) sobre la base del agregado saturado, superficialmente seco, de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica)(SSD)} = B/(B - C) \quad (2)$$

8.1.3 **Densidad relativa aparente (Gravedad específica):** Calcular la densidad relativa aparente (Gravedad específica) de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa aparente (Gravedad específica)} = A/(A - C) \quad (3)$$

AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo

AGGREGATES. Determination of relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate. Test method

2021-10-29
4ª Edición

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 17 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado fino; densidad relativa, gravedad específica

7.3.1 Algunos agregados finos con partículas predominantemente en forma angular o con una alta proporción de finos no se asientan en el ensayo del cono, al llegar a la condición de superficie seca. Probar dejando caer un puñado de agregado fino del ensayo de cono en una superficie desde una altura de 100 mm a 150 mm , y para observar los finos convirtiéndose en suspensión en el aire; la presencia de finos en el aire indica este problema. Para estos materiales, considerar la condición de saturado superficialmente seco como el punto de que uno de los lados de los agregados finos se asiente poco después de retirar el molde.

NOTA 2: Los siguientes criterios se han utilizado también en los materiales que no se asientan fácilmente:

- 1) ensayo provisional del cono: Llenar el molde de cono, como se describe en el subcapítulo 7.3, excepto sólo utilice 10 golpes con la barra compactadora. Agregar más agregado fino y aplicar de nuevo 10 golpes con la barra compactadora. A continuación, añadir materiales dos veces más utilizando 3 y 2 golpes con la barra compactadora, respectivamente. Incluir la nivelación del material con la parte superior del molde, retirar el material suelto de la base y levantar el molde verticalmente;
- 2) ensayo provisional superficial: Si se observan las partículas suspendidas en el aire, cuando el agregado fino es tal que no va a dejarse caer cuando está en una condición de humedad, añadir más humedad a la arena, y en el inicio de la condición de la superficie de secado, aprisionar ligeramente con la mano aproximadamente 100 g del material sobre una superficie plana, seca y limpia, oscura u opaca, no absorbente, tal como una lámina de goma, una superficie desgastada oxidada, galvanizada o de acero o una superficie de metal pintado de negro. Después de 1 s a 3 s , retirar el agregado fino. Si a continuación se muestra la humedad en la superficie de ensayo durante más de 1 s a 2 s , se considera que la humedad superficial está presente en el agregado fino;
- 3) método colorimétrico descrito por Kandhal y Lee, Highway Research Record No. 307, p.14;
- 4) para alcanzar la condición de saturada superficialmente seca en un solo tamaño de material que se sedimenta se pueden emplear toallas de papel húmedas, resistentes para secar la superficie del material, hasta el punto en el cual el papel toalla no parece estar absorbiendo la humedad de las superficies de las partículas de agregado fino.

8 Procedimiento

8.1 Ensayar por el procedimiento gravimétrico en el subcapítulo 8.2 o la determinación volumétrica del subcapítulo 8.3. Hacer todas las determinaciones de masa a 0,1 g .

8.2 Procedimiento gravimétrico (Picnómetro)

8.2.1 Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro 500 g \pm 10 g de agregado fino en condición SSS, preparada como se describe en el capítulo 7, y llenar de agua adicional hasta aproximadamente el 90 % de su capacidad. Agitar el picnómetro como se describe en el subcapítulo 8.2.1.1 (manualmente) o 8.2.1.2 (mecánicamente).

8.2.1.1 Rodar, invertir o agitar manualmente el picnómetro (o utilizar una combinación de estas acciones) para eliminar las burbujas de aire visibles.

NOTA 3: Normalmente se requiere de 15 min a 20 min para eliminar las burbujas de aire por métodos manuales. Se ha encontrado que es útil la inmersión de la punta de una toalla de papel en el picnómetro en la dispersión de la espuma, que a veces se acumula cuando se realiza la eliminación de las burbujas de aire. Opcionalmente, una pequeña cantidad de alcohol isopropílico puede ser utilizado para dispersar la espuma.

8.2.1.2 Agitar mecánicamente el picnómetro por vibración externa de una manera que no se degrade la muestra. Ajustar el nivel de agitación para fijar las partículas individuales sin degradación en movimiento siendo suficiente para promover la eliminación de aire. Un agitador mecánico se considera aceptable para su uso, si las pruebas comparativas cada período de seis meses, muestran variaciones menores que el rango aceptable de dos resultados (d2s) indicados en la Tabla 1 mostrados en los resultados de la agitación manual del mismo material.

8.2.2 Después de la eliminación de todas las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a 23,0 °C \pm 2,0 °C, si es necesario por inmersión parcial en agua circulante, y llevar el nivel de agua en el picnómetro a su capacidad de calibración. Determinar la masa total del picnómetro, el espécimen, y el agua.

8.2.3 Retirar el agregado fino del picnómetro, secar en el horno a una masa constante, a temperatura de 110 °C \pm 5 °C (230 °F \pm 9 °F), enfriar en aire a temperatura ambiente durante 1,0 h \pm 1/2 h, y determinar la masa.

8.2.4 Determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a 23,0 °C \pm 2,0 °C.

AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo

AGGREGATES. Determination of the total evaporable moisture content of aggregates by drying. Test method

**2021-10-29
3ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 91.100.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Agregados, secado, contenido de humedad

| Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg) ^A | Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg ^B |
|---|--|
| 63 (2 ½) | 10 |
| 75 (3) | 13 |
| 90 (3 ½) | 16 |
| 100 (4) | 25 |
| 150 (6) | 50 |

A Sobre la base de los tamices de la NTP 350.001 o ASTM E11.
B Determinar la masa para muestras mínimas para agregados ligeros multiplicando el valor indicado por la unidad de masa en base seca del agregado en kg/m³ (determinado mediante el método de ensayo NTP 400.017) y dividido por 1600.

6 Procedimiento

6.1 Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 % .

6.2 Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de partículas. Un secado muy rápido puede causar que algunas partículas exploten, dando como resultado en pérdidas de partículas. Usar un horno de temperatura controlada cuando el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada revolver la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobrecalentamiento localizado. Cuando se use un horno microondas, revolver la muestra es opcional.

6.2.1 **Precaución:** cuando se utiliza un horno microondas, ocasionalmente ha minerales presentes en los agregados que pueden causar que el material se sobrecaliente y explote. Si esto ocurre puede dañar el microondas.

6.3 Cuando se use una plancha o cocina, el secado puede acelerarse mediante el siguiente procedimiento: Añadir suficiente alcohol desnaturalizado para cubrir la muestra húmeda. Revolver y permitir que el material suspendido se asiente. Decantar la mayor cantidad de alcohol posible sin perder nada de muestra. Encender el alcohol remanente y permitir que arda hasta que se consuma durante el secado de la muestra sobre la plancha o cocina.

6.3.1 **Advertencia:** Tomar precauciones para controlar la ignición a fin de prevenir lesiones o daños con el alcohol encendido.

6.4 La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.

6.5 Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1 % después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

7 Cálculos

7.1 Calcular el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera:

$$p = 100 (W - D) / D \quad (1)$$

donde:

p = contenido total de humedad evaporable de la muestra, en porcentaje;

W = masa de la muestra húmeda original, en gramos; y

D = masa de la muestra seca, en gramos.

7.2 El contenido de humedad superficial es igual a la diferencia entre el contenido de humedad total evaporable y la absorción, con todos los valores referidos a la masa de una muestra seca. La absorción puede determinarse de acuerdo con la NTP 400.021 o la NTP 400.022.

CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo

CONCRETE. Determination of the temperature of freshly mixed hydraulic cement concrete. Test method

2021-10-29
3ª Edición

6.2.2 Muestrear el concreto fresco de acuerdo con la NTP 339.036, excepto si el único objetivo es medir la temperatura, en cuyo caso no se necesita la obtención de muestras compuestas como indica la norma.

6.2.3 Colocar la mezcla de concreto fresco dentro del recipiente.

7 Procedimiento

7.1 Colocar el dispositivo de medición de temperatura en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor esté sumergido un mínimo de 75 mm (3 pulg) . Eliminar los vacíos dejados por la colocación del dispositivo, presionando levemente el concreto en la superficie alrededor del dispositivo de medición de temperatura para que la temperatura del aire ambiental no afecte la lectura.

7.2 Dejar introducido el dispositivo medidor de temperatura en el concreto fresco por un mínimo de 2 minutos, pero no más de 5 minutos, y a continuación leer y registrar la temperatura al 0,5°C (1 °F más cercano). No retirar el dispositivo del concreto durante la lectura de la temperatura.

8 Expresión de resultados

8.1 Registrar la temperatura medida al concreto fresco al 0,5 °C (1 °F) más cercano.

9 Precisión y sesgo

9.1 Los datos utilizados para desarrollar la declaración de precisión se obtuvieron utilizando la versión pulgada-libra de este método de ensayo. Los índices de precisión mostrados en unidades SI son conversiones de los valores entre paréntesis.

CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo

CONCRETE. Measure slump of hydraulic - cement concrete. Test method

2022-03-15

5ª Edición

R.D. N° 002-2022-INACAL/DN. Publicada el 2022-03-24

Precio basado en 11 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Concreto, cono, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad

6.4 **Cucharón:** De tamaño apropiado y forma adecuada para obtener la cantidad suficiente y representativa de concreto del recipiente que contiene la muestra y lo suficientemente pequeño para colocarla sin derramar en el molde.

7 Muestra

Las muestras de concreto sobre la cual se realizan las pruebas deben ser representativas de la tanda y se debe tomar de acuerdo con lo indicado en la NTP 339.036.

8 Procedimiento

8.1 Humedecer el molde y se coloca sobre una superficie plana, rígida, nivelada, no absorbente, húmeda, libre de vibración y que sea lo suficientemente grande para contener todo el concreto luego del asentamiento. El molde se fija firmemente en su lugar durante el llenado pisando las aletas o asegurando las abrazaderas a la placa de base descrita en el subcapítulo 6.1. Con la muestra de concreto obtenido de acuerdo con el capítulo 7, inmediatamente se llena el molde vaciando el concreto en tres capas, de modo que cada capa corresponda a aproximadamente a la tercera parte del volumen del molde (Véase Nota 5). Se coloca el concreto en el molde usando el cucharón descrito en el subcapítulo 6.4. El concreto se vacía moviendo el cucharón alrededor del perímetro del molde, para asegurar la distribución del concreto con la mínima segregación.

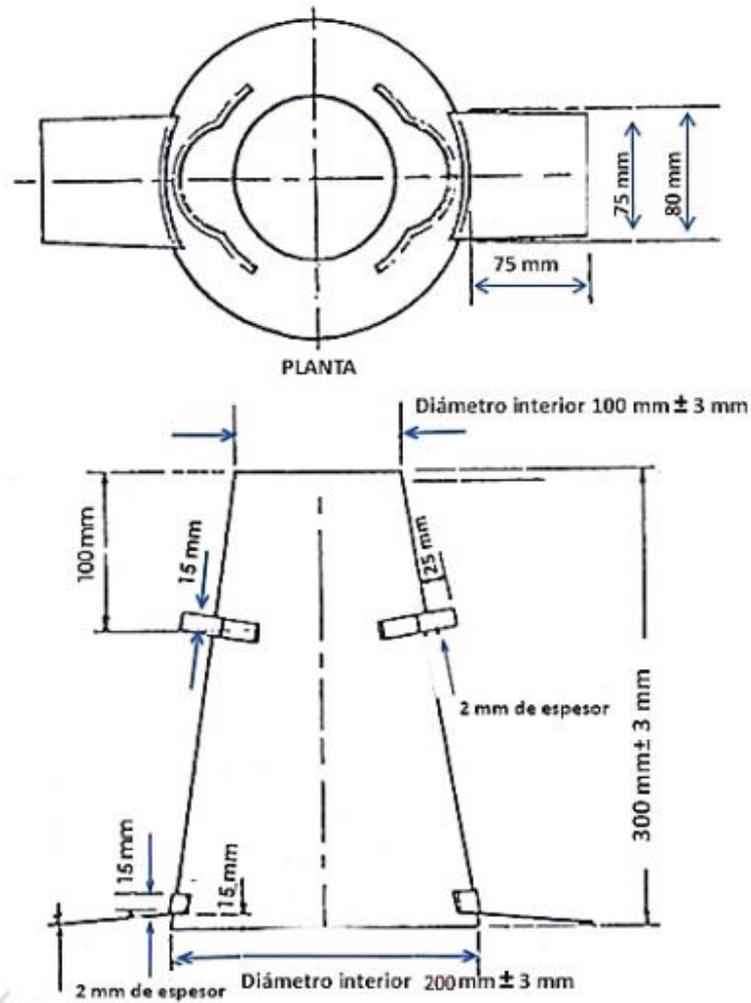
NOTA 5: Un tercio del volumen del molde lleno corresponde una altura de asentamiento de 70 mm ; dos tercios del volumen del molde lleno corresponden a una altura de 160 mm .

8.2 Cada capa se compacta aplicando 25 golpes con la barra compactadora distribuidos y aplicados uniformemente en toda la sección de la capa. En la capa inferior es necesario inclinar un poco la barra y dar la mitad de los golpes cerca del perímetro, acercándose progresivamente en espiral hacia el centro de la sección. La capa inferior se compacta en toda su profundidad. Para cada capa superior se compactan a través de todo su espesor, procurando que la barra penetre ligeramente en la capa inmediata inferior, aproximadamente 25 mm .

8.3 El molde se llena por exceso antes de compactar la última capa. Si como resultado de la operación de compactación hubiere una deficiencia de material, añadir la cantidad suficiente para mantener un exceso de concreto sobre la parte superior del molde en todo momento. Un vez que la capa superior ha sido compactada, golpee la superficie del concreto mediante un movimiento de nivelación y rodadura de la barra apisonadora. Se continúa asegurando el molde firmemente contra la base y se elimina el concreto sobrante alrededor del molde para evitar interferencias con el movimiento del concreto que se asienta. Se retira inmediatamente el molde del concreto levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. Se levanta el molde una altura de 300 mm en $5 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$ con un movimiento ascendente firme, evitándose los movimientos laterales o torsionales. La operación completa desde el principio de llenado del molde hasta su retiro se hará sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2,0 min y 30 s.

8.4 Se mide inmediatamente el asentamiento, determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro desplazado de la cara superior del cono deformado. En caso de que se presente una falla por corte, donde se aprecia una separación de una parte de la masa (Véase Nota 6), este ensayo será desechado y realizar uno nuevo con otra parte de la muestra.

NOTA 6: Si la falla por corte muestra una caída o desprendimiento, ocurre dos veces consecutivas en una mezcla de concreto, probablemente el concreto carece de la plasticidad y cohesión necesaria para que el ensayo de asentamiento sea aplicado.



Dimensiones del molde

| | | | | | | | | | |
|------|------|-----|-----|----|----|-------|-----|-----|-----|
| mm | 2 | 3 | 15 | 25 | 75 | 80 | 100 | 200 | 300 |
| pulg | 1/16 | 1/8 | 1/2 | 1 | 3 | 3 1/8 | 4 | 8 | 12 |

Figura 1 - Molde para el ensayo de asentamiento

CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto

CONCRETE Standard test method for density (unit weight), yield, and air content (gravimetric) of concrete

**2019-11-18
3ª Edición**

R.D. N° 025-2019-INACAL/DN. Publicada el 2019-12-06

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Contenido de aire, contenido de cemento, rendimiento relativo, peso unitario, rendimiento

5 Muestra

5.1 La muestra se obtiene de mezcla de concreto fresco de acuerdo con la NTP 339.036.

6 Procedimiento

6.1 Seleccionar el método de consolidación del concreto en ensayo, en función del asentamiento de este, a menos que el método esté definido en las especificaciones del trabajo que se está realizando. Los métodos de consolidación son apisonado y vibración interior. Para concretos con un asentamiento mayor que 75 mm se debería aplicar el método de apisonado. Para concretos con asentamiento entre 25 mm a 75 mm se aplica apisonado o vibrado. Concretos con asentamiento menor de 25 mm se debe aplicar el método de consolidación por vibración.

NOTA 7: Concreto no plástico, como normalmente se usa en la fabricación de tubos y unidades de albañilería, no están cubiertos por este método de ensayo.

6.2 Humedecer el interior del recipiente de medida y retirar el agua residual de la parte inferior. Determine la masa del recipiente vacío con una precisión consistente con los requisitos del subcapítulo 4.1. Colocar la medida en una superficie plana, nivelada y firme. Colocar el concreto en el recipiente de medición usando la cuchara descrita en el subcapítulo 4.7. Mover la cuchara alrededor del perímetro interno del recipiente de medición para asegurar una distribución homogénea del concreto con segregación mínima. Llenar el recipiente de medición en el número de capas requeridas por el método de consolidación (subcapítulos 6.3 o 6.4).

6.2.1 Seguir los procedimientos de la NTP 339.241 para llenar el recipiente de medida, si se está probando el concreto autocompactante. Al finalizar el proceso de llenado, proceder a 6.6.

6.3 **Consolidación del concreto por apisonado:** Colocar el concreto en el recipiente de medición en tres capas de aproximadamente igual volumen. Apisonar cada capa con 25 golpes de la barra compactadora cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 14 L o más pequeños; 50 golpes cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 28 L y un golpe por cada 20 cm² de superficie para recipientes de medición más

grandes. Apisonar la capa del fondo a través de todo su espesor, pero evitando que la barra compactadora no golpee fuertemente el fondo del recipiente. Distribuir los golpes uniformemente sobre la sección transversal del recipiente y para la segunda y tercera capa, la barra compactadora debe penetrar aproximadamente 25 mm en la capa subyacente. Después de que cada capa ha sido apisonada se debe golpear con el mazo (véase 4.6) los lados del recipiente, 10 a 15 veces, usando la fuerza apropiada para cerrar cualquier poro causado por la barra de apisonado y eliminar las burbujas grandes de aire entrampadas. Agregar la última capa para evitar el sobrellenado.

6.4 Consolidación del concreto por vibración: Llenar con concreto el recipiente de medida en dos capas aproximadamente iguales y vibrar. Colocar todo el concreto para cada capa en el recipiente de medida antes de empezar la vibración de cada capa. Insertar el vibrador en tres puntos diferentes de cada capa. Al vibrar la primera capa, el vibrador no debe descansar o tocar el fondo o lados del recipiente de medición. En la consolidación de la última capa, el vibrador debe penetrar en la capa subyacente aproximadamente 25 mm. Se debe cuidar que el vibrador se retire de tal manera que ninguna bolsa de aire se forma en el espécimen. La duración requerida de vibración dependerá en la trabajabilidad del concreto y la efectividad del vibrador (véase Nota 8). La vibración se continua por un tiempo suficiente para lograr la consolidación apropiada del concreto (véase Nota 9). Observar y registrar una duración constante de vibración para un tipo particular de concreto, vibrador y recipiente de medida.

NOTA 8: Usualmente, se ha aplicado suficiente vibración cuando la superficie del concreto se pone relativamente lisa.

NOTA 9: La sobre vibración puede causar la segregación y pérdida de cantidades apreciables de aire intencionalmente incorporado.

6.5 En la consolidación de la capa final, el recipiente de medición no debe contener un exceso sustancial o falta de concreto. Un exceso de concreto que sobresale aproximadamente 3 mm sobre el borde superior del recipiente se considera óptimo. Una cantidad pequeña de concreto puede agregarse para corregir la falta de material. Si el recipiente de medida contiene un gran exceso de concreto a la realización de consolidación de la capa final, quitar una porción representativa de concreto del exceso con una paleta o cucharón grande e inmediatamente realizar la consolidación antes de que el recipiente de medición sea golpeado por fuera.

6.6 Alisado: Después de la consolidación, alisar y terminar suavemente la superficie del concreto del borde superior del recipiente con la placa plana de alisado que se usa con gran cuidado para dejar el recipiente de medida nivelado y lleno. Se logra un mejor

terminado de la superficie presionando la placa de alisado sobre los 2/3 de la superficie del concreto del borde superior del recipiente de medida para cubrir y retirando la placa con un movimiento de sierra terminado sólo el área originalmente cubierta. Luego coloque la placa en la cima de la medida, cubrir el original dos terceras partes de la superficie y continuar con la presión vertical y un movimiento aserrado para cubrir la superficie entera de la medida y continuar avanzando hasta que resbale completamente fuera de la medida. Varios golpes finales con el borde inclinado del plato producirán una superficie acabada lisa.

6.7 **Limpiado y pesado:** Después del alisado de la superficie superior del recipiente se limpia todo el concreto en exceso y adherido a las paredes exteriores del recipiente de medición y luego se determina la masa del concreto con una exactitud de acuerdo con los requisitos del subcapítulo 4.1.

7 Cálculo

7.1 **Densidad (peso unitario):** Calcular la masa neta del concreto en kilogramos substrayendo la masa del recipiente de medida, M_m , de la masa del recipiente de medida lleno de concreto, M_c . Calcular la densidad, D , kg/m^3 dividiendo la masa neta de concreto por el volumen de la medida, V_m como sigue:

$$D = \frac{(M_c - M_m)}{V_m} \quad (1)$$

7.2 **Densidad teórica:** Calcular la densidad teórica como sigue:

$$T = \frac{M}{V} \quad (2)$$

7.2.1 El volumen absoluto de cada ingrediente en metros cúbicos es igual a la masa del ingrediente en kilogramos dividido por 1000 veces su densidad relativa (gravedad específica). Para los componentes agregados, basar la densidad relativa y la masa en la condición saturada y de superficie seca. Para el cemento, determine la densidad relativa real utilizando el método de ensayo NTP 344.005. Se permite usar un valor de 3,15 para la densidad relativa de los cementos portland que cumplen con la NTP 334.009. La densidad

CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión

CONCRETE. Standard test method for determining air content of freshly mixed concrete by the pressure method

**2017-12-27
3ª Edición**

R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03

Precio basado en 31 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Contenido de aire; calibración; concreto; factor de corrección; recipiente de medida; presión; bomba; peso unitario

5.2 Registros de calibración

La información para ser mantenida en los registros debe incluir la determinación del factor de expansión; el tamaño del recipiente de calibración usado; y las lecturas del medidor en los puntos de ensayo de calibración.

6 Determinación del factor de corrección del agregado

6.1 Procedimiento

El factor de corrección del agregado se determina en una muestra combinada de agregado grueso y agregado fino, como se describe en los apartados del 6.2 al 6.4. Aquel se determina, independientemente, mediante la aplicación de la presión calibrada a una muestra sumergida de agregado fino y grueso en condiciones semejantes de humedad, cantidad y proporciones a las que ocurren en la muestra de concreto bajo ensayo.

6.2 Tamaño de la muestra del agregado

El peso de los agregados grueso y fino presentes en la muestra de concreto fresco cuyo contenido de aire se va a determinar, se calcula de la siguiente manera:

$$F_s = \left(\frac{S}{B}\right) \times F_b \quad (1)$$

$$C_s = \left(\frac{S}{B}\right) \times C_b \quad (2)$$

Donde:

F_s = masa del agregado fino de la muestra de concreto en ensayo, en kg,

S = volumen de la muestra de concreto (el mismo volumen del recipiente de medida), en m^3 .

B = volumen del concreto producido por tanda (Nota 3), m^3

- Fb = masa total del agregado fino en la tanda, en las condiciones de humedad usadas, en kg
- Cs = masa del agregado grueso en la muestra de concreto del ensayo, en kg
- Cb = masa del total del agregado grueso en la tanda, en las condiciones de humedad usadas, en kg

NOTA 3: El volumen de concreto producido por tanda, se puede determinar de acuerdo con los requisitos aplicables a la NTP 339.046

NOTA 4: El término "peso" se usa temporalmente en esta norma debido al lenguaje establecido comercialmente. Se usa para conjugar dos términos, "fuerza" y "masa", sin embargo, se debe tener cuidado en determinar su significado en cada caso (el Sistema Internacional de Unidades emplea fuerza = Newton y masa = kilogramo).

6.3 Colocación del agregado en el recipiente de medición

Se mezclan las muestras representativas de agregado fino F_s y agregado grueso C_s , y se coloca en el recipiente, una tercera parte del total de agua. Se coloca la mezcla de agregados, poco a poco, dentro del recipiente de medida; si es necesario se adiciona más agua para sumergir completamente todo el agregado. Se agrega cada palada de tal manera que se atrape la menor cantidad de aire posible y se retiran rápidamente las acumulaciones de espuma. Se golpean suavemente los lados del recipiente y se chuzan ligeramente los 25 mm superiores del agregado cerca de ocho a doce veces. Se agitan después de cada adición de agregados, para eliminar el aire atrapado.

6.4 Determinación del factor de corrección del agregado

6.4.1 **Procedimiento inicial para medidores de aire Tipos A y B.** Cuando se hayan colocado todos los agregados en el recipiente de medida, se retira el exceso de espuma y se mantiene el agregado sumergido por un periodo de tiempo aproximado igual al comprendido entre el momento en que se introduce el agua en la mezcladora y el momento de la ejecución del ensayo del contenido de aire, como se indica en los apartados 6.4.2 o 6.4.3.

6.4.2 Medidor de aire Tipo A

El ensayo se completa como se describe en los apartados 8.2.1 a 8.2.3. El factor de corrección del agregado G es igual h_2-h_1 (Véase la Figura 1 y la Nota 5).

6.4.3 Medidor de aire Tipo B

Se realizan los procedimientos como se describe en el apartado 8.3.1. Se retira un poco de agua del aparato ensamblado y lleno, en una cantidad aproximada equivalente al volumen de aire que puede contener una muestra típica de concreto de un tamaño igual al del recipiente de medición. El agua se debe retirar como se describe en el Anexo A.1.9 para el ensayo de calibración. El ensayo se completa como se describe en el apartado 8.3.2. El factor de corrección del agregado G, es igual a la lectura en la escala del contenido de aire menos el volumen de agua retirado del recipiente expresado como un porcentaje del volumen del recipiente de medición (Véase la Figura 1).

NOTA 5: El factor de corrección del agregado podrá variar con diferentes agregados. Esto se puede determinar únicamente por ensayo, ya que no está directamente relacionado con la absorción de las partículas. El ensayo es fácil de realizar. En general, el factor se mantendrá razonablemente constante para unos agregados dados, pero se recomienda hacer una revisión periódica.

7 Preparación de la muestra de concreto para el ensayo

7.1 Se obtiene una muestra de concreto fresco, de acuerdo con los procedimientos aplicables de la NTP 339.036. Si el concreto contiene partículas de agregado grueso que pudieran retenerse en el tamiz de 50 mm, se tamiza en húmedo una cantidad suficiente de la muestra representativa sobre el tamiz 37,5 mm de acuerdo con la NTP 339.036, para producir una cantidad mayor de material que la necesaria para llenar el recipiente de medida del tamaño seleccionado para uso. El tamizado húmedo se realiza alterando lo menos posible el mortero. No se deberá intentar retirar el mortero adherido a las partículas gruesas de agregado retenido en el tamiz.

**CONCRETO. Determinación de la resistencia a la
compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de
ensayo**

CONCRETE. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

2021-10-29
5ª Edición

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 25 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Núcleo de concreto, cilindro de concreto, resistencia del concreto, fuerza de compresión,
centro, núcleo perforado

7.3 El número de cilindros individuales medidos para la determinación del diámetro promedio, no está prohibido de ser reducido, será de uno por cada diez especímenes o tres especímenes por día, el que sea mayor, se conoce que todos los cilindros son hechos de un lote de moldes reusables o de uso simple, que consistentemente producen cilindros con diámetros promedio dentro el rango de 0,5 mm (0,02 pulg). Cuando el diámetro promedio no está en el rango de 0,5 mm (0,02 pulg) o cuando los cilindros no son hechos de un simple lote de moldes, cada cilindro de ensayo debe ser medido y el valor usado en calcular la resistencia a la compresión de ese espécimen. Cuando los diámetros son medidos a frecuencias reducidas, las áreas de la sección transversal de todos los cilindros ensayados en el mismo día se calcularán del promedio de los diámetros de tres o más cilindros representativos del grupo ensayados ese día.

7.4 Si el comprador que solicita los servicios de ensayo o el especificador de los ensayos requiere mediciones de densidad de los especímenes, determinar la masa de los mismos antes del tapado mediante 7.4.1 (método de dimensión del espécimen) o 7.4.2 (método de pesaje sumergido). Para cualquier método, usar una balanza o escala con aproximación del 0,3 % de la masa que se está midiendo.

7.4.1 Retirar cualquier humedad superficial con una toalla y medir la masa del espécimen. Medir la longitud del espécimen con aproximación a 1 mm (0,05 pulg) en tres espacios separados equidistantemente alrededor de la circunferencia. Evaluar la longitud promedio y registrarla con aproximación de 1 mm (0,05 pulg).

7.4.2 Retirar cualquier humedad superficial con una toalla y determinar la densidad del cilindro por peso del mismo en el aire. Sumergir el espécimen en agua a una temperatura a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $73,5\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 3,5\text{ }^{\circ}\text{F}$ por $15\text{ s} \pm 5\text{ s}$. Luego, determinar la masa aparente del espécimen y mientras esté sumergido en el agua.

7.5 Cuando la determinación de densidad no es requerida y la relación de longitud a diámetro es menor que 1,8 o mayor que 2,2; medir la longitud del espécimen con aproximación de 0,05 D

8 Procedimiento

8.1 Los ensayos a compresión de especímenes curados en húmedo deben ser hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje húmedo.

8.2 Los especímenes deben ser protegidos de la pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros deben ser ensayados en condición húmeda.

8.3 Las tolerancias para las edades de los especímenes son las indicadas en la Tabla 2:

Tabla 2 – Edades de ensayo y tolerancias permisibles

| Edad de ensayo ⁴ | Tolerancia permisible |
|-----------------------------|-----------------------|
| 24 h | ± 0,5 h |
| 3 d | ± 2 h |
| 7 d | ± 6 h |
| 28 d | ± 20 h |
| 90 d | ± 48 h |

⁴ Para las edades de ensayo no enumeradas, la tolerancia de edad de ensayo es ± 2,0 % de la edad especificada

8.3.1 A menos que el especificador de ensayo indique lo contrario, para este método de ensayo, la edad de ensayo debe comenzar al momento de la elaboración de los especímenes.

8.4 **Colocación del espécimen:** Colocar el bloque de rotura inferior, con la cara endurecida hacia arriba, sobre la mesa o platina de la máquina de ensayo. Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y los espaciadores si se utilizan y del espécimen. Si se emplean almohadillas no unidas, limpiar con un paño y centrar las almohadillas sobre el espécimen. Colocar el espécimen en el bloque de apoyo inferior y alinear los ejes del espécimen con el centro de empuje del bloque de apoyo superior.

NOTA 11: Aunque el bloque de apoyo inferior puede tener círculos concéntricos inscritos para ayudar a centrar la muestra, la alineación final se hace con referencia al bloque de apoyo superior.

8.4.1 **Verificación del cero y asiento del bloque:** Antes de ensayar el espécimen, verificar que el indicador de carga esté en cero. En caso el indicador no esté colocado en cero, ajustar el indicador (véase Nota 12). Después de colocar el espécimen en la máquina, pero previo a la aplicación de la carga en el espécimen, inclinar manual y suavemente la

parte móvil del bloque de asiento esférico, de modo que la superficie de apoyo sea paralela a la parte superior del espécimen de ensayo.

NOTA 12: La técnica usada para la verificación y ajuste del indicador de carga a cero variará dependiendo del fabricante de la máquina. Consultar con su propio manual o calibrador de máquinas de compresión para una técnica apropiada.

8.4.2 Verificación de la alineación al utilizarse almohadillas: Si se utilizan almohadillas, verificar la alineación del espécimen después de la aplicación de la carga, pero antes de alcanzar al 10 % de la resistencia anticipada del espécimen. Verificar que el eje del cilindro no se aparte de la vertical en más de $0,5^\circ$ (véase Nota 13) y que los extremos del cilindro se centren en los anillos de retención. Si la alineación del cilindro no cumple con estos requisitos, liberar la carga y recentrar cuidadosamente el espécimen. Volver a aplicar la carga y comprobar el centro del espécimen y la alineación. Es permitido un lapso en la aplicación de la carga para comprobar la alineación.

NOTA 13: Un ángulo de $0,5^\circ$ es igual a una pendiente de aproximadamente 1 mm en 100 mm ($1/8$ pulg en 12 pulgadas).

8.5 Velocidad de carga: Aplicar la carga continuamente y sin impacto.

8.5.1 La carga debe ser aplicada a una velocidad de movimiento (medida desde la platina a la cruceta) correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre el espécimen de $0,25 \text{ MPa/s} \pm 0,05 \text{ MPa/s}$ ($35 \text{ psi/s} \pm 7 \text{ psi/s}$) (véase Nota 14). La velocidad de movimiento diseñada debe ser mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada.

NOTA 14: Para una máquina de ensayo de tornillo o de desplazamiento controlado, preliminarmente al ensayo será necesario establecer la velocidad requerida de movimiento para alcanzar la velocidad de esfuerzo especificado. La velocidad requerida de movimiento dependerá del tamaño del espécimen de ensayo, el módulo de elasticidad del concreto y de la solidez de la máquina de ensayo.

8.5.2 Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de la carga anticipada, una alta velocidad de carga debe ser permitida. La alta velocidad de carga debe ser aplicada de manera controlada, para que el espécimen no se someta a cargas de choque.

8.5.3 No hacer ajustes en la velocidad de movimiento (desde la platina a la cruceta) cuando la carga final está siendo alcanzada y la velocidad de esfuerzo decrece debido a la fractura del espécimen.

8.6 Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido (Tipos del 1 al 4 en la Figura 2). Para una máquina de ensayo, equipada con un detector de rotura del espécimen, el cierre automático de la máquina de ensayo está prohibido hasta que la carga haya caído a un valor que es inferior al 95 % del pico carga. Cuando se ensayan con almohadillas, una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6 mostrados en la Figura 2, puede ocurrir antes que la capacidad última del espécimen haya sido alcanzada. Continuar comprimiendo el espécimen hasta que el técnico esté seguro de que se ha alcanzado la capacidad máxima. Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura de conformidad con la Figura 2. Si el patrón de fractura no es ninguno de los patrones típicos mostrados en la Figura 2, esquematizar y describir brevemente el patrón de fractura. Si la resistencia medida es menor a lo esperado, examinar la fractura del concreto y notar la evidencia de segregación, y la presencia de grandes vacíos de aire; si las fracturas pasan predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso y verificar si el cubrimiento se realizó de acuerdo con la NTP 339.037 o NTP 339.216.

9 Cálculos

9.1 Calcular la resistencia a la compresión del espécimen como sigue:

Unidades SI

$$f_{cm} = \frac{4000P_{max}}{\pi D^2} \quad (2)$$

Unidades pulgada – libra

$$f_{cm} = \frac{4P_{max}}{\pi D^2} \quad (3)$$

En donde:

f_{cm} = resistencia a la compresión, MPa (psi)

CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo

CONCRETE. Determination of flexural strength for concrete using simple beam with third-point loading. Test method

**2022-03-15
4ª Edición**

R.D. N° 002-2022-INACAL/DN. Publicada el 2022-03-24

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Concreto, vigas, resistencia a la flexión

6.3 La cantidad que requiere los ensayos debe especificar el tamaño y el número de especímenes que se ensayan para obtener un resultado de ensayo promedio. Se debe utilizar el mismo tamaño de especímenes para los ensayos de calificación y aceptación.

7 Procedimiento

7.1 El ensayo de flexión se debe realizar tan pronto como sea posible, luego de retirar la viga de la cámara de curado.

NOTA 3: El secado de las superficies de los especímenes puede arrojar resultados menores en mediciones del módulo de rotura.

NOTA 4: Los métodos para mantener los especímenes húmedos incluyen envolverlos en tela húmeda o esterilla y mantener los especímenes bajo agua de cal en recipientes cerca de la máquina de ensayo de flexión hasta el momento del ensayo.

7.2 Cuando se usan vigas moldeadas, se gira sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeado y se centra sobre las placas de apoyo. Cuando se usan vigas cortadas, se posiciona ésta para que la tensión corresponda a la superficie superior o al inferior de la misma, tal como se hizo el corte inicialmente. Se centra el sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada. Se colocan los bloques a los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la viga y aplicar una carga entre 3 % y 6 % de la última carga de rotura estimada. Usando medidores de espesores tipo láminas de 0,10 mm y 0,40 mm, determinar si algún espacio existente entre la muestra y el bloque de carga o los de soporte, es mayor o menor que cada uno de los medidores de espesor en una longitud de 25 mm o más. Si no se obtiene un contacto completo entre la viga y los bloques de aplicación de la carga, será necesario refrentar, lijar o poner una cuña de cuero, para eliminar cualquier espacio que exceda los 0,10 mm de ancho. Las tiras de cuero deben ser de un espesor uniforme de 6 mm y un ancho comprendido entre 25 mm a 50 mm, y debe extenderse a todo el ancho de la viga. Los espacios de más de 0,40 mm deben ser eliminados solamente mediante refrentado o esmerilado. El lijado de las superficies laterales debe ser mínimo, debido a que esta acción puede cambiar las características físicas de las muestras. El refrentado deben estar de acuerdo con las secciones aplicables de la NTP 339.037.

7.3 Se aplica la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se debe aplicar a una velocidad constante hasta el punto de rotura. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min hasta producir la rotura de la viga. La relación de carga se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{Sbd^2}{L} \quad (1)$$

donde:

- r : es la relación de carga, en N/min ;
- S : tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción, en MPa/min;
- b : ancho promedio de la viga según su disposición para el ensayo, mm ;
- d : altura promedio de la viga, según su disposición para el ensayo, mm ; y
- L : longitud del tramo, en mm .

8 Medición de las muestras luego de los ensayos

8.1 Para determinar las dimensiones de la sección transversal de la muestra para su aplicación en el cálculo del módulo de rotura, tomar las mediciones a través de una de las caras fracturadas después del ensayo. El ancho y altura se miden en la muestra conforme se dispuso para el ensayo. Para cada dimensión, tomar una medición en cada borde y una en el centro de la sección transversal. Tomar tres medidas a lo largo de cada dimensión (una en cada extremo y al centro), para determinar el ancho promedio y altura promedio. Tomar todas las medidas con una precisión de 1 mm . Si la fractura ocurre en una sección de refrentado, se incluye la medida del espesor de la capa.

9 Cálculos

9.1 Si la falla se inicia en la superficie de tensión, dentro del tercio medio de la longitud del tramo, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2} \quad (2)$$

donde:

- M_r : es el módulo de rotura, en MPa;



Designación: C1579 - 06

Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)¹

Esta norma se emite con la designación fija C1579; el número que sigue inmediatamente a la designación indica el año de adopción original o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación. Un superíndice apóstrofo (') indica un cambio editorial desde la última revisión o reaprobación.

1 Alcance

1.1 Este método de prueba compara el agrietamiento de la superficie de los paneles de hormigón reforzado con fibra con el agrietamiento de la superficie de los paneles de hormigón de control sometidos a las condiciones prescritas de restricción y pérdida de humedad que son lo suficientemente graves como para producir un agrietamiento antes del fraguado final del hormigón.

1.2 Este método de prueba puede usarse para comparar el comportamiento de agrietamiento por contracción plástica de diferentes mezclas de concreto que contienen refuerzo de fibra.

1.3 Los valores indicados en unidades SI deben considerarse como estándar.

1.4 *Esta norma no pretende abordar todas las preocupaciones de seguridad, si las hay, asociadas con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas adecuadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso. (Advertencia: las mezclas de cemento hidráulico frescas son cáusticas y pueden causar quemaduras químicas en la piel y los tejidos tras una exposición prolongada).*

2. Documentos de referencia

2.1 Estándares ASTM:

C125 Terminología relacionada con el hormigón y los agregados

C143 / C143M Método de prueba para el asentamiento del cemento hidráulico Hormigón

C192 / C192M Práctica para hacer y curar concreto Muestras de ensayo en el laboratorio

C403 / C403M Método de prueba para el tiempo de fraguado del hormigón Mezclas por resistencia a la penetración

¹ Este método de prueba está bajo la jurisdicción del Comité de ASTM C09 sobre Concreto y Agregados de Concreto y es responsabilidad directa del Subcomité C09.42 sobre hormigón reforzado con fibra.

Edición actual aprobada el 15 de febrero de 2006. Publicado en marzo de 2006. DOI: 10.1520/C1579-06.

² Sección sobre precauciones de seguridad, Manual de ensayos de agregados y Concreto Libro anual de normas ASTM Vol. 04.02.

³ Para conocer las normas de ASTM referenciadas, visite el sitio web de ASTM, www.astm.org, o comuníquese con el Servicio de atención al cliente de ASTM en service@astm.org. Para el libro anual de normas ASTM (información sobre el volumen), consulte la página Resumen del documento de la norma en el sitio web de ASTM.

C670 Práctica para preparar declaraciones de precisión y sesgo para métodos de prueba para materiales de construcción

C995 Método de prueba para el tiempo de flujo de fibra reforzada Hormigón a través de cono de asentamiento invertido

3. Resumen del método de prueba

3.1 Los paneles de hormigón de control y hormigón reforzado con fibra se preparan de la manera prescrita y se exponen a condiciones de secado controladas después del acabado. Las condiciones de secado (Ver Nota 1) están destinados a ser lo suficientemente severos como para inducir el agrietamiento por contracción plástica en paneles de prueba hechos de concreto de control. La tasa de evaporación de una superficie de agua libre se controla mediante recipientes colocados junto a los paneles en la cámara ambiental.

¹ Nota 1: ¹ Nota 1: Un parámetro importante en este método es la tasa de pérdida de agua por evaporación, que está controlada por las condiciones atmosféricas que rodean las muestras de prueba. Dado que las muestras de hormigón no siempre tendrán la misma tasa de evaporación de agua que la cubeta de agua (debido a los efectos de evaporación y sangrado), la tasa de evaporación de 1.0 kg / m² · H del recipiente con agua representa la tasa de evaporación mínima que debe alcanzarse para esta prueba (1). La pérdida de humedad de los paneles de prueba de hormigón también se puede monitorear e informar, sin embargo, la tasa de evaporación de la superficie libre del agua en la bandeja es el parámetro que debe usarse para cuantificar el ambiente de secado.

3.2 La prueba finaliza en el momento del fraguado final del hormigón determinado de acuerdo con el Método de prueba.

C403 / C403M. A las 24 h de la mezcla inicial, se determina el ancho de fisura promedio.

3.3 Se calcula un índice de reducción de fisuración (CRR) a partir del ancho de fisura promedio para los paneles de hormigón reforzado con fibra y el ancho de fisura promedio para los paneles de hormigón de control.

4. Importancia y uso

4.1 El método de prueba está destinado a evaluar los efectos de la evaporación, el asentamiento y la contracción autógena temprana sobre el rendimiento de agrietamiento por contracción plástica de fibras reforzadas.

¹ Retirado. Se hace referencia a la última versión aprobada de este estándar histórico en www.astm.org.

² Los números en negrita entre paréntesis se refieren a la lista de referencias al final de esta norma.

La profundidad del molde debe ser de al menos 65 mm más al menos 2 veces el tamaño máximo de agregado grueso.

5.2 Elevador de tensión y restricciones internas—Las restricciones internas y el elevador de tensión se doblarán a partir de una pieza de chapa de metal, como se ilustra en *Figura 1*, o hecho de una pieza sólida de acero. La chapa debe tener un espesor de 1,26 0,05 mm (calibre 18) (ver *Figura 1* y *Ref 2*). Dos 326 Se colocan restricciones de 1 mm de altura a 90 6 2 mm hacia adentro desde cada extremo del molde. El elevador de tensión central es 646 2 mm de altura y sirve como punto de inicio para el agrietamiento. Este elevador de tensión de chapa metálica con restricciones internas debe encajar en la parte inferior del molde.

5.2.1 Use aceite para desmoldar para cubrir el inserto de metal y los lados del molde para reducir la adherencia con el concreto. Se considera que el inserto y el molde están correctamente aceitados cuando se recubre toda la superficie y se ha eliminado el exceso de aceite con un trapo limpio y seco.

5.3 Ventilador (es) de velocidad variable—El ventilador o los ventiladores utilizados deberán poder alcanzar una velocidad del viento de más de 4,7 m / s en toda la superficie del panel de ensayo.

5.4 Cámara Ambiental—El uso de una caja de ventilador en una cámara ambiental es un método para producir un flujo de aire uniforme sobre la superficie del panel (Ver *Figura 2*). Una cubierta transparente sobre los paneles ayudará a obtener un flujo de aire uniforme y permitirá la observación de grietas. Otro método para producir un flujo de aire uniforme es usar una cámara ambiental diseñada específicamente como se muestra en *Fig. 3*. Se puede utilizar un calentador, un humidificador y un deshumidificador disponibles comercialmente para mantener las condiciones ambientales especificadas. Esta prueba se realiza utilizando cualquiera de los aparatos que se muestran en *Figura 2* o *Fig. 3* exponiendo los paneles a una tasa de evaporación de al menos 1,0 kg / m² · H (Ver *Nota 1*). Para la prueba estándar, la temperatura debe mantenerse a 366 3 ° C, la humedad relativa debe ser 30 6 10%, y la velocidad del viento debe ser suficiente para mantener la tasa mínima de evaporación durante la prueba.

notas: 1. Verificación según el método 4 — Antes de moldear los paneles de hormigón, se deben verificar las variables atmosféricas en la instalación ambiental para determinar que se pueden lograr las condiciones de evaporación necesarias. Una velocidad del viento de 4,7 m / s debería ser suficiente para lograr la tasa de evaporación mínima especificada, pero puede ser necesaria una velocidad del viento más alta para obtener un ancho de fisura promedio suficiente en algunos paneles de control.

5.5 Sensores—Utilice sensores de temperatura, humedad y velocidad del viento para medir la temperatura del aire ambiente y de la superficie del concreto al 0.5 ° C más cercano, la humedad relativa al 1% más cercano y la velocidad del aire al 0.1 m / s más cercano.

5.6 Plataforma vibratoria—Cualquier dispositivo que pueda consolidar completamente el panel de prueba que cumpla con los requisitos de frecuencia mínima como se indica en la práctica *C192 / C192M* para un vibrador externo es adecuado.

5.7 Equipo de acabado de superficies—Se utilizará una regla de hierro en ángulo para el hormigón después de la vibración. Se debe usar una paleta de magnesio, acero o madera para dar acabado a la superficie de la muestra después del enrasado.

5.8 Pan de monitoreo—Se requiere una bandeja adecuada para exponer agua a la corriente de aire para cada panel de prueba de concreto. Los lados de la sartén deben estar verticales. La sartén debe ser de tamaño suficiente para exponer al menos 0,16 0,01 m² de agua a la corriente de aire. El borde expuesto de la cubeta no se extenderá más de 5 mm por encima del nivel del agua al comienzo del ensayo.

notas: 2. Verificación según el método 5 — Los paneles de prueba y las bandejas de monitoreo se pueden colocar en un

cámara ambiental diseñada para este método de prueba (ver *Fig. 3*) o las bandejas se pueden colocar aguas abajo de los paneles en una caja de ventilador (Ver *Figura 2*).

5.9 Escala—Si el especificador de las pruebas requiere la tasa de pérdida de humedad de los paneles de prueba, pesar los paneles de prueba con una báscula que tenga una capacidad de al menos 100 kg y una precisión dentro del 0.1% de la carga de prueba. Pese las bandejas de control de la tasa de evaporación con una balanza o báscula que tenga una capacidad de al menos 3 kg y una precisión de 5 g.

5.10 Herramienta de medición de grietas—Se puede utilizar un microscopio óptico de mano, un comparador de fisuras o un sistema de análisis de imágenes. La herramienta de medición debe ser capaz de medir el ancho de la grieta al menos al 0.05 mm más cercano. Si se utiliza un sistema de análisis de imágenes automatizado, debe demostrarse que proporciona una medición precisa. Para demostrar la precisión de la medición, el sistema debe utilizarse para medir una muesca de 0,5 mm que se mecaniza en una pieza de acero y el ancho de la muesca informado debe estar dentro de 6 0,05 mm del ancho mecanizado.

6. Muestreo, probetas y unidades de prueba

6.1 Paneles de prueba—Paneles de prueba de fundición de acuerdo con las disposiciones aplicables de la Práctica *C192 / C192M*, utilizando la misma fuente de materiales, procedimientos de preparación, mezcla y acabado.

6.2 Unidad de prueba—Una unidad de ensayo se compone de al menos dos probetas de control y al menos dos probetas de hormigón reforzado con fibras con las mismas proporciones de mezcla. Se debe probar un grupo de dos muestras de control cada vez para determinar la reducción de grietas por contracción plástica del hormigón reforzado con fibra.

7. Procedimiento

7.1 Determine el asentamiento de cada mezcla de acuerdo con el método de prueba *C143 / C143M*. Si el asentamiento es demasiado bajo para una mezcla de hormigón que contiene fibras, utilice el tiempo de flujo a través de un cono de asentamiento invertido para medir la trabajabilidad de acuerdo con el método de prueba *C995*.

7.2 Fabrique las muestras para determinar el tiempo de fraguado de acuerdo con el método de prueba *C403 / C403M*. Si el hormigón reforzado con fibra no se puede tamizar en húmedo fácilmente, utilice la muestra de hormigón de control para medir el tiempo de fraguado final tanto del control como de las mezclas reforzadas con fibra. Coloque el tiempo de fraguado de las muestras en la corriente de aire para que estén expuestas a las mismas condiciones ambientales que los paneles de contracción de plástico.

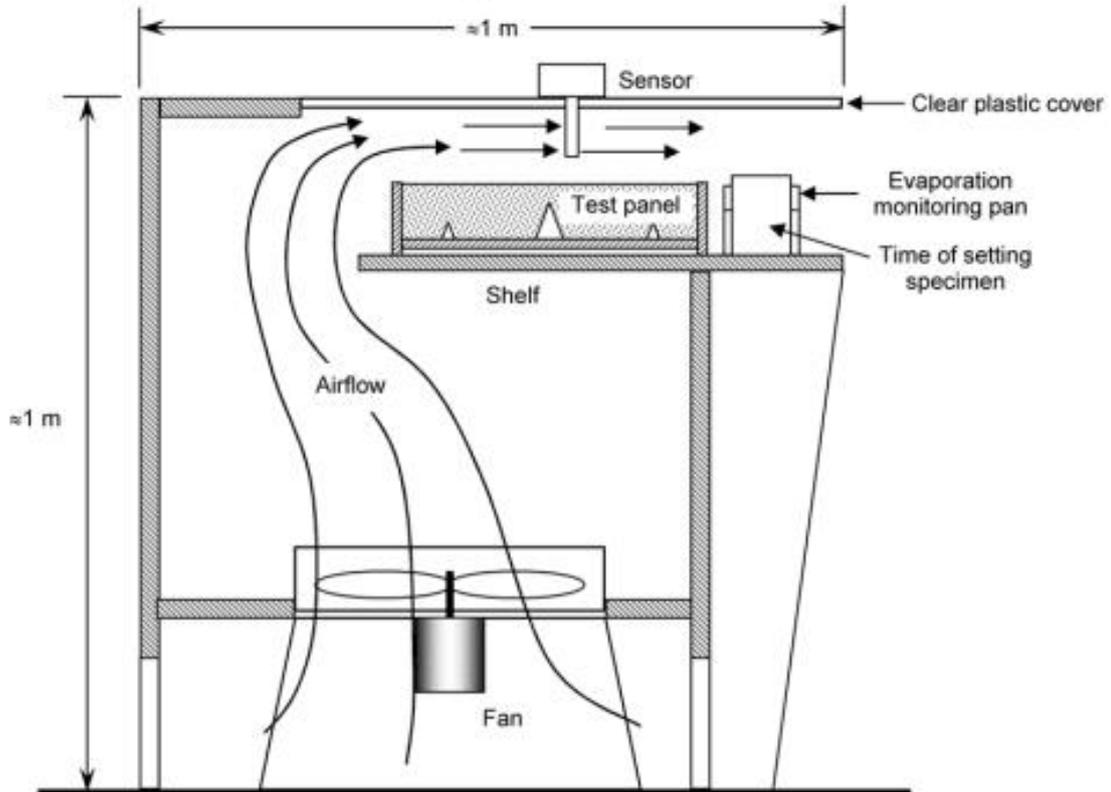
7.3 Rellenar los moldes del panel usando una capa. Consolide el hormigón con vibración externa hasta que el hormigón esté aproximadamente al nivel de la parte superior del molde. Enrasar cada muestra de forma perpendicular al elevador de tensión tres veces.

7.4 Después de enrasar, frote las muestras con una llana utilizando un número predeterminado de pasadas. Si se va a determinar la pérdida de humedad del panel, retire cualquier residuo de concreto adherido al exterior del molde y pese cada panel mientras está en el molde.

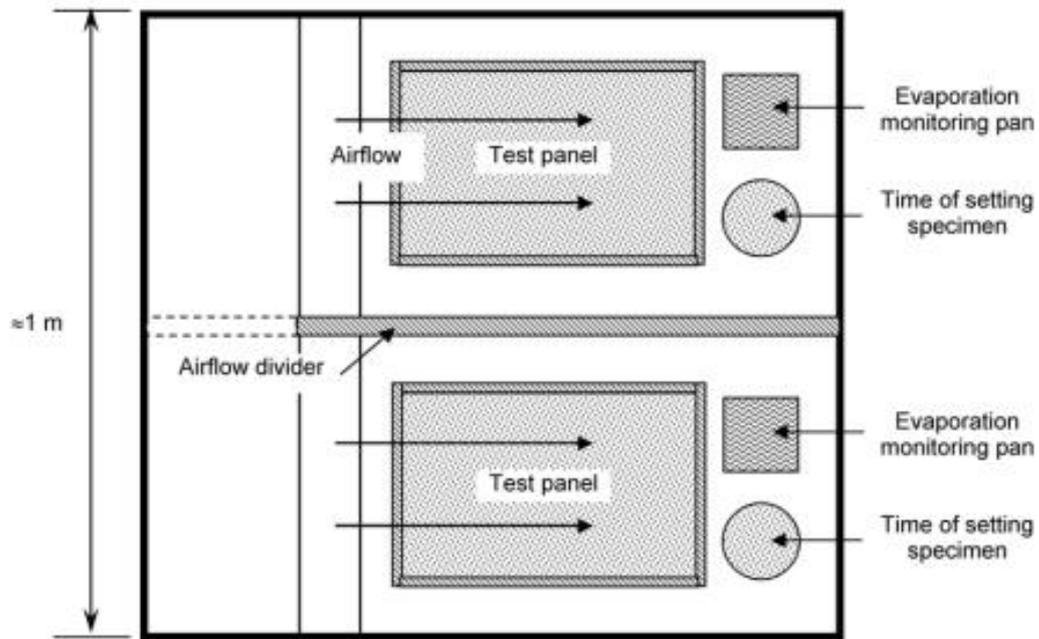
7.5 Coloque un panel de mezcla de concreto reforzado con fibra y un panel de mezcla de control en la cámara ambiental aguas abajo de los ventiladores (ver disposiciones en *Higos. 2 y 3*).

7.6 Encienda el (los) ventilador (es), que han sido preestablecidos para lograr la velocidad del aire para obtener las condiciones de evaporación requeridas (Ver *Nota 4*). La evaluación del agrietamiento comienza en este momento.

7.7 Al comienzo de la prueba y a intervalos de 30 minutos, registre la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del flujo de aire en un lugar



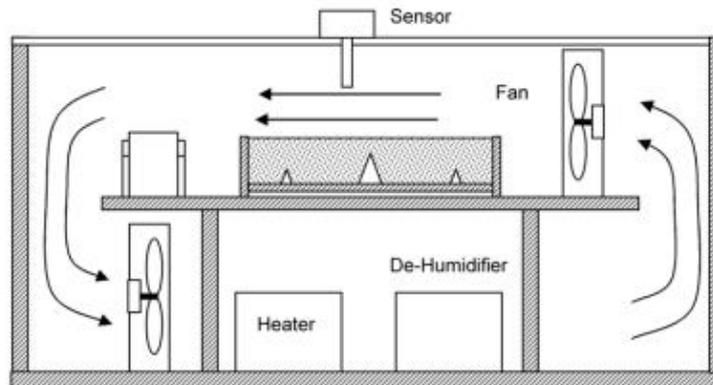
ELEVATION



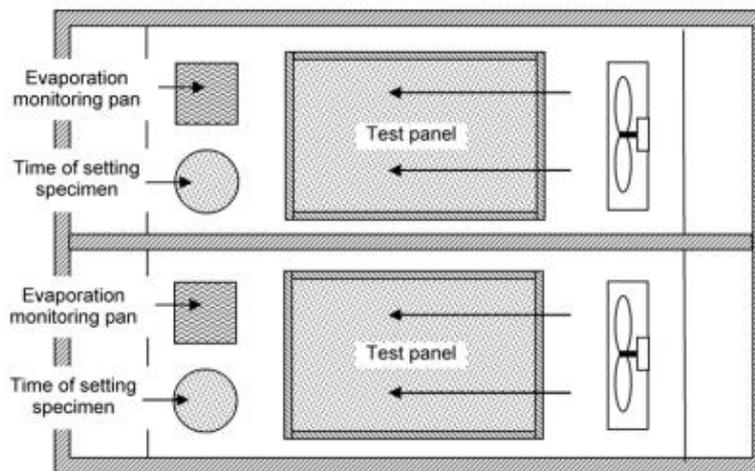
PLAN

FIGO. 2 Ejemplo de caja de ventilador para mantener las condiciones ambientales (2) (no a escala)

ASTM C1579 - 06



ELEVATION



PLAN

FIGO. 3 Ejemplo de cámara para mantener las condiciones ambientales (4)

100 ± 5 mm por encima de la superficie de cada panel. Si lo requiere el especificador de las pruebas, registre el momento en que se observa por primera vez el agrietamiento en cada superficie del panel. Realice pruebas de penetración a intervalos de tiempo regulares de acuerdo con el método de prueba. C403 / C403M. Continúe registrando las variables ambientales hasta el momento del fraguado final.

7.8 La tasa de evaporación se determina pesando inicialmente las bandejas de monitoreo completas al comienzo de la prueba y a intervalos de 30 minutos a partir de entonces. (3). Registre la pérdida de masa a los 5 g más cercanos en cada pesaje. Para determinar la tasa de evaporación durante cada intervalo de tiempo, divida la pérdida de masa entre pesajes sucesivos por el área de la superficie del agua en el plato de pesaje.

y el intervalo de tiempo entre pesajes sucesivos (Ver Nota 6). La prueba no es válida si la tasa de evaporación promedio es menor a $1.0 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{H}$.

NOTA: Referirse según objetivo 6 — Se deben hacer ajustes a la velocidad del viento si es necesario para mantener la tasa de evaporación al nivel requerido. Se sugiere que las bandejas de monitoreo se coloquen en balanzas en la corriente de aire para un monitoreo continuo sin remoción periódica durante la prueba. Si esto no es posible, la bandeja de monitoreo debe retirarse de la corriente de aire, pesarse y devolverse a la corriente de aire dentro de los 15 segundos.

7.9 Después de que ocurre el fraguado final (use el último tiempo de fraguado medido en las dos muestras), registre las variables atmosféricas, detenga los ventiladores, registre el tiempo y determine el total

Pérdida de agua de las bandejas de monitoreo. Si se va a determinar la pérdida de humedad del panel, pese los paneles de prueba en sus moldes. Almacenen los paneles en el laboratorio a las 236 2 ° C y debajo de láminas de plástico para minimizar la evaporación hasta el momento de la medición del ancho de la grieta.

8. Cuantificación del agrietamiento

8.1 Cuantifique la cantidad de grietas midiendo el ancho de las grietas en la superficie de los paneles 24 6 2 h después de mezclar.

notificación según objetivo 7 — Los estudios han demostrado que, cuando los paneles se cubren con plástico, no hay un cambio apreciable en el ancho promedio de la grieta de un tiempo de seis horas a 24 horas después de la mezcla. (5)

8.2 Para evitar posibles efectos de los límites del panel en el ancho de la grieta, no mida los anchos de la grieta dentro de los 25 mm de los límites del panel de prueba.

8.3 Mida el ancho de cada grieta a lo largo de la trayectoria de la grieta sobre el elevador de tensión en un orden progresivo de un lado del panel al otro. Si se utiliza un procedimiento de medición manual del ancho de las grietas, utilice un comparador de grietas o un microscopio de grietas para medir los anchos de las grietas. Mida el ancho de la grieta al 0.1 mm más cercano a 106 Intervalos de 1 mm a lo largo de la grieta. Repita el procedimiento anterior hasta que se hayan medido todas las grietas. Si se utiliza un procedimiento de análisis de imágenes para medir el ancho de la grieta, registre los anchos de la grieta en la misma distancia de medición (consulte Nota 8). Se debe cortar la superposición entre imágenes adyacentes para evitar mediciones duplicadas. (4) Registre todos los anchos de las fisuras para calcular el ancho medio de las fisuras.

notificación según objetivo 8: se puede utilizar una máscara de rejilla para mostrar el ancho de las grietas en ubicaciones predeterminadas (4)

8.4 Calcule el ancho de fisura promedio al 0.05 mm más cercano. Si no se observa un ancho de fisura promedio de al menos 0,5 mm en los paneles de control (promedio de al menos dos paneles), sin un solo panel de control por debajo de 0,4 mm de ancho de fisura promedio, la prueba no es válida. Aumente la tasa de evaporación para lograr este ancho de fisura promedio mínimo y repita la prueba (Ver Nota 10).

notificación según objetivo 9 — Exigir un ancho mínimo de fisura del panel de control ayudará a evitar modificaciones marginales a la mezcla de concreto.

TABLA 1 Repetibilidad del ancho de fisura promedio de un solo operador (22 medidas de ancho de grieta por panel usando el manual Procedimiento de medición)

notificación según objetivo—Los resultados de esta tabla se corresponden con el comportamiento de una mezcla utilizando un solo tipo de fibra como se describe en la Ref. 5.

| Mezcla Identificación | Fibra Volumen | Número de paneles | Promedio Ancho de la grieta (mm) | Desviación estándar de Anchura media de la grieta (mm) |
|-----------------------|----------------|-------------------|----------------------------------|--|
| A | 0% fibra | 6 | 0,67 | 0,04 |
| B | 0,05% de fibra | 4 | 0,44 | 0,05 |
| C | 0,10% de fibra | 4 | 0,33 | 0,05 |
| D | 0,15% de fibra | 4 | 0,08 | 0,04 |
| mi | 0,20% Fibra | 2 | 0,03 | 0,02 |

mostrando una mejora de rendimiento estadísticamente significativa, que puede no ser suficiente para controlar el agrietamiento en condiciones de campo.

notificación según objetivo 10 — Consulte ACI 308R (1) para obtener orientación sobre cómo la velocidad del viento afecta la tasa de evaporación.

8.5 Calcule la relación de reducción de fisuras (CRR) usando la siguiente ecuación:

$$CRR = \frac{\text{Anchura media de la grieta de mezcla de hormigón reforzado con fibra}}{\text{Anchura media de la grieta de mezcla de hormigón de control}} \times 100\% \quad (1)$$

9. Informe

9.1 Informe lo siguiente para cada mezcla probada:

9.1.1 Las proporciones de la mezcla en kg / m³ de agua, cemento (o materiales cementosos): áridos; aditivos en L / m³; relación agua-cemento (w / c) al 0.01 más cercano; y asentamiento en mm (o tiempo de flujo en segundos cuando se usa para mezclas de concreto reforzado con fibra).

9.1.2 Las características de la fibra (si están disponibles), incluido el material de la fibra, la longitud, el área de la sección transversal, la forma de la fibra y la tasa de adición en kg / m³.

9.1.3 Longitud, profundidad y ancho de los paneles en mm.

9.1.4 Valor de fisuración de cada panel como el ancho de fisura promedio al 0.05 mm más cercano.

9.1.5 La temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y la tasa de evaporación medida durante la prueba.

9.1.6 Si es necesario, la pérdida de humedad de cada panel en kilogramos de agua por metro cuadrado de superficie (kg / m²). Informe el intervalo de tiempo entre pesajes de panel.

9.1.7 El índice de reducción de agrietamiento (CRR) al porcentaje más cercano (%).

10. Precisión y sesgo

10.1 *Precisión*—No se ha completado un estudio de precisión de varios laboratorios. La información sobre la repetibilidad de este método de prueba se obtuvo a partir de pruebas dentro del laboratorio utilizando un solo operador y paneles replicados. (5) (Ver prácticas C670), tabla 1 muestra el número de paneles replicados, el promedio del ancho de fisura promedio y la desviación estándar del ancho de fisura promedio para paneles de control y paneles hechos con hormigones que tienen diferentes cantidades de fibra. La desviación estándar parece ser constante y se utiliza como medida de repetibilidad. Cuando se utilizaron tres paneles para determinar el índice de reducción de grietas (CRR), el valor de la desviación estándar de un solo operador fue del 4,6%.

10.2 *Parcialidad*—El procedimiento para medir el valor de fisuración no tiene sesgo porque el valor de fisuración se define solo en términos de este método de prueba.

11. Palabras clave

11.1 ancho de fisura; evaporación; hormigón reforzado con fibra; agrietamiento por contracción plástica; agrietamiento por contracción restringida

ANEXO 09: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS USADOS PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

| | | |
|--------------------------|---|---|
| 1. Expediente | 1912-2023 | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). |
| 2. Solicitante | LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L. | Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente. |
| 3. Dirección | CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE | PERUTEST 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. |
| 4. Equipo de medición | BALANZA ELECTRÓNICA | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. |
| Capacidad Máxima | 30000 g | El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez. |
| División de escala (d) | 1 g | |
| Div. de verificación (e) | 1 g | |
| Clase de exactitud | III | |
| Marca | OHAUS | |
| Modelo | R31P30 | |
| Número de Serie | 8336460679 | |
| Capacidad mínima | 20 g | |
| Procedencia | U.S.A. | |
| Identificación | NO INDICA | |
| 5. Fecha de Calibración | 2023-03-01 | |

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 26.4 °C | 26.4 °C |
| Humedad Relativa | 51% | 51% |

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|--|----------------------------|
| PESATEC | JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1) | 1158-MPES-C-2022 |
| PESATEC | JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1) | 1159-MPES-C-2022 |
| ELICROM | JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1) | CCP-0908-001-22 |
| ELICROM | JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1) | CCP-0908-001-22 |
| METROIL | TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO | 1AT-1704-2022 |

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

| | | | | | |
|------------------|-------|------------------|----------|--------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | PLATAFORMA | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| | | NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| | | |
|-------------|---------|---------|
| | Inicial | Final |
| Temperatura | 26,4 °C | 26,4 °C |

| Medición N° | Carga L1 = 15,000 g | | | Carga L2 = 30,000 g | | |
|-------------------------|---------------------|---------|--------|-------------------------|---------|---------|
| | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) |
| 1 | 15,000 | 600 | -100 | 30,000 | 200 | 300 |
| 2 | 15,000 | 500 | 0 | 30,000 | 500 | 0 |
| 3 | 15,001 | 700 | 800 | 30,000 | 500 | 0 |
| 4 | 15,000 | 500 | 0 | 29,999 | 200 | -700 |
| 5 | 15,000 | 600 | -100 | 30,000 | 500 | 0 |
| 6 | 15,000 | 500 | 0 | 30,001 | 700 | 800 |
| 7 | 15,000 | 500 | 0 | 30,000 | 500 | 0 |
| 8 | 15,000 | 200 | 300 | 30,000 | 800 | -300 |
| 9 | 14,999 | 300 | -800 | 29,999 | 300 | -800 |
| 10 | 15,000 | 500 | 0 | 30,000 | 500 | 0 |
| Diferencia Máxima | | 1,600 | | Diferencia Máxima | | 1,600 |
| Error Máximo Permisible | | ± 3,000 | | Error Máximo Permisible | | ± 3,000 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

| | | |
|-------------|---------|---------|
| | Inicial | Final |
| Temperatura | 26,4 °C | 26,4 °C |

| Posición de la Carga | Determinación del Error en Cero Eo | | | | Determinación del Error Corregido Ec | | | | |
|----------------------------|------------------------------------|-------|---------|---------|--------------------------------------|-------------------------|---------|--------|---------|
| | Carga Mínima* | l (g) | ΔL (mg) | Eo (mg) | Carga L (g) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) |
| 1 | | 10 | 500 | 0 | | 10,001 | 800 | 700 | 700 |
| 2 | | 10 | 400 | 100 | | 10,000 | 500 | 0 | -100 |
| 3 | 10 g | 10 | 500 | 0 | 10,000 | 10,000 | 400 | 100 | 100 |
| 4 | | 10 | 400 | 100 | | 9,999 | 200 | -700 | -800 |
| 5 | | 10 | 500 | 0 | | 10,000 | 500 | 0 | 0 |
| * Valor entre 0 y 10e | | | | | | Error máximo permisible | | | ± 3,000 |



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

| Temperatura | Inicial | Final |
|-------------|---------|---------|
| | 26.4 °C | 26.4 °C |

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | e.m.p.** (± mg) |
|------------------|------------|----------|---------|-----------|--------------|----------|---------|-----------|----------------------|
| | I (g) | ΔL(mg) | E(mg) | Ec (mg) | I (g) | ΔL(mg) | E(mg) | Ec (mg) | |
| 10 | 10 | 500 | 0 | | | | | | |
| 20 | 20 | 400 | 100 | 100 | 20 | 500 | 0 | 0 | 1,000 |
| 100 | 100 | 500 | 0 | 0 | 100 | 500 | 0 | 0 | 1,000 |
| 500 | 500 | 400 | 100 | 100 | 500 | 400 | 100 | 100 | 2,000 |
| 1,000 | 1,000 | 500 | 0 | 0 | 1,000 | 500 | 0 | 0 | 2,000 |
| 5,000 | 5,000 | 400 | 100 | 100 | 5,000 | 400 | 100 | 100 | 3,000 |
| 10,000 | 10,000 | 600 | -100 | -100 | 10,000 | 500 | 0 | 0 | 3,000 |
| 15,000 | 15,000 | 500 | 0 | 0 | 15,000 | 500 | 0 | 0 | 3,000 |
| 20,000 | 20,000 | 600 | -100 | -100 | 20,000 | 600 | -100 | -100 | 3,000 |
| 25,000 | 25,000 | 500 | 0 | 0 | 25,000 | 500 | 0 | 0 | 3,000 |
| 30,000 | 30,000 | 600 | -100 | -100 | 30,000 | 600 | -100 | -100 | 3,000 |

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.00000000237 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perufest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

| | |
|--------------------------|--|
| 1. Expediente | 1912-2023 |
| 2. Solicitante | LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L. |
| 3. Dirección | CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE |
| 4. Equipo de medición | BALANZA ELECTRÓNICA |
| Capacidad Máxima | 200 kg |
| División de escala (d) | 0.05 kg |
| Div. de verificación (e) | 0.05 kg |
| Clase de exactitud | III |
| Marca | OPALUX |
| Modelo | N.I |
| Número de Serie | N.I |
| Capacidad mínima | 1.0 kg |
| Procedencia | CHINA |
| Identificación | LM-0112 |
| 5. Fecha de Calibración | 2023-03-01 |

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

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

PERUTEST 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lofe 508 - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|-------|
| Temperatura | 26.4 | 26.4 |
| Humedad Relativa | 51% | 51% |

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|--|----------------------------|
| ELICROM | JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1) | CCP-0938-001-22 |
| TOTAL WEIGHT | JUEGO DE PESAS DE 20 KG (Clase de Exactitud: M2) | CM-4187-2022 |
| PESATEC | PESA 10 KG (Clase de Exactitud: M1) | 1158-MPES-C-2022 |
| ELICROM | JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1) | CCP-0908-001-22 |
| METROIL | TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO | 1AT-1704-2022 |

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

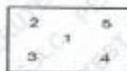
| | | | | | |
|------------------|-------|------------------|-------|--------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | PLATAFORMA | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | SISTEMA DE TRABA | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| | | NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| | | |
|-------------|---------|-------|
| Temperatura | Inicial | Final |
| | 26.4 | 26.4 |

| Medición N° | Carga L1 = 100.00 kg | | | Carga L2 = 200.00 kg | | | |
|--------------------------|----------------------|----------------|-------|--------------------------|----------------|-------|-------|
| | l (kg) | ΔL (g) | E (g) | l (kg) | ΔL (g) | E (g) | |
| 1 | 100.00 | 20 | 5 | 200.05 | 30 | 45 | |
| 2 | 100.05 | 10 | 65 | 200.05 | 35 | 40 | |
| 3 | 100.05 | 10 | 65 | 200.05 | 30 | 45 | |
| 4 | 100.00 | 20 | 5 | 200.05 | 20 | 55 | |
| 5 | 100.00 | 25 | 0 | 200.00 | 15 | 10 | |
| 6 | 100.05 | 15 | 60 | 200.00 | 20 | 5 | |
| 7 | 100.05 | 20 | 55 | 200.05 | 30 | 45 | |
| 8 | 100.00 | 15 | 10 | 200.05 | 35 | 40 | |
| 9 | 100.00 | 30 | -5 | 200.05 | 35 | 40 | |
| 10 | 100.00 | 30 | -5 | 200.05 | 35 | 40 | |
| Diferencia Máxima | | | 70 | Diferencia Máxima | | | 50 |
| Error Máximo Permissible | | | 150.0 | Error Máximo Permissible | | | 150.0 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

| | | |
|-------------|---------|-------|
| Temperatura | Inicial | Final |
| | 21.1 | 21.2 |

| Posición de la Carga | Carga Mínima* | Determinación del Error en Cero E ₀ | | | Determinación del Error Corregido E _c | | | | |
|-------------------------|---------------|--|----------------|--------------------|--|--------|----------------|-------|--------------------|
| | | l (kg) | ΔL (g) | E ₀ (g) | Carga L (kg) | l (kg) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) |
| 1 | 0.50 | 0.50 | 20 | 5 | 70.00 | 70.00 | 30 | -5 | -10 |
| 2 | | 0.50 | 20 | 5 | | 70.00 | 25 | 0 | -5 |
| 3 | | 0.50 | 25 | 0 | | 70.00 | 30 | -5 | -5 |
| 4 | | 0.50 | 20 | 5 | | 70.00 | 30 | -5 | -10 |
| 5 | | 0.50 | 25 | 0 | | 70.00 | 25 | 0 | 0 |
| Error máximo permisible | | | | | | 100.0 | | | |

* Valor entre 0 y 10e





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

| | | |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | Inicial | Final |
| | 28.7 °C | 26.7 °C |

| Carga L (kg) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | e.m.p ** (±g) |
|-------------------|------------|----------|---------|----------|--------------|----------|---------|----------|--------------------|
| | l (kg) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | l (kg) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 0.50 | 0.50 | 20 | 5 | | | | | | |
| 1.00 | 1.00 | 25 | 0 | -5 | 1.00 | 20 | 5 | 0 | 50 |
| 5.00 | 5.00 | 20 | 5 | 0 | 5.00 | 25 | 0 | -5 | 50 |
| 10.00 | 10.00 | 20 | 5 | 0 | 10.00 | 30 | -5 | -10 | 50 |
| 20.00 | 20.00 | 30 | -5 | -10 | 20.00 | 20 | 5 | 0 | 50 |
| 50.00 | 50.00 | 35 | -10 | -15 | 50.00 | 15 | 10 | 5 | 100 |
| 80.00 | 80.00 | 30 | -5 | -10 | 80.00 | 20 | 5 | 0 | 100 |
| 100.00 | 100.00 | 30 | -5 | -10 | 100.05 | 35 | 40 | 35 | 150 |
| 140.00 | 140.00 | 20 | 5 | 0 | 140.05 | 40 | 35 | 30 | 150 |
| 160.00 | 160.05 | 40 | 35 | 30 | 160.05 | 35 | 40 | 35 | 150 |
| 200.00 | 200.05 | 35 | 40 | 35 | 200.05 | 35 | 40 | 35 | 150 |

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.001560 \text{ kg}^2 + 0.00000000458 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



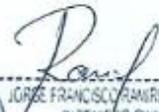
☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCMA-022-2022

Peticionario : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
Atención : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz. B. Lt. 1 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"
Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire
División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico
Modelo : 34-3265
Nº de serie : H190611
Procedencia : USA
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,0°C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,0°C / 72%
Método de calibración : Norma ASTM C-231
Patrón de referencia : 02 canister marca ELE - INTERNATIONAL, modelo 34-3267/10, con números de serie 080312 y 070312, certificado de calibración CSA-2026-21 y CSA-2027-21 respectivamente; cada uno de 5% de capacidad con respecto a un volumen de 1/4 de pie cúbico.
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-05-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

| Sello | Fecha | Hecho por | Revisado por |
|---|------------|---|---|
|  | 2022-05-23 |  Vladimir Teló Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small> |  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 36288 |

Resultados de medición
Con 01 canister (patrón)

| Número de medición | Contenido de aire en el equipo (%) | Promedio contenido de aire en el equipo (%) | Contenido de aire con 01 canister (%) | Error (% de aire) | Incertidumbre K=2 |
|--------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 0,0 | 0.1 |
| 2 | 5.0 | | | | |
| 3 | 5.0 | | | | |

Con 02 canister (patrón)

| Número de medición | Contenido de aire en el equipo (%) | Promedio contenido de aire en el equipo (%) | Contenido de aire con 02 canister (%) | Error (% de aire) | Incertidumbre K=2 |
|--------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 0,0 | 0.1 |
| 2 | 10.0 | | | | |
| 3 | 10.0 | | | | |

Incertidumbre

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja negra del equipo se encuentra indicado con una aguja de color amarillo, los cuales deben estar una sobre la otra al inicio del ensayo.

El equipo se encuentra calibrado.



Resultados de medición

Dirección de Carga : Compresión

| Indicación de fuerza de la máquina de ensayo | | Indicación de fuerza en la celda patrón | | | Promedio | Error | Incertidumbre K=2 |
|--|--------|---|------------|------------|----------|-------|-------------------|
| (%) | (kN) | 1° ascenso | 2° ascenso | 3° ascenso | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,1 |
| 5 | 100,0 | 101,45 | 101,40 | 101,42 | 101,42 | -1,4 | 0,2 |
| 10 | 200,0 | 201,77 | 201,46 | 201,55 | 201,59 | -0,8 | 0,1 |
| 15 | 300,0 | 300,85 | 301,55 | 301,06 | 301,15 | -0,4 | 0,1 |
| 20 | 400,0 | 400,61 | 401,41 | 401,12 | 401,05 | -0,3 | 0,1 |
| 25 | 500,0 | 500,14 | 500,70 | 500,48 | 500,44 | -0,1 | 0,1 |
| 30 | 600,0 | 600,00 | 600,66 | 600,21 | 600,29 | 0,0 | 0,1 |
| 40 | 800,0 | 797,90 | 799,12 | 798,01 | 798,34 | 0,2 | 0,1 |
| 50 | 1000,0 | 998,35 | 998,66 | 998,55 | 998,52 | 0,1 | 0,1 |
| 60 | 1200,0 | 1198,62 | 1198,54 | 1198,25 | 1198,47 | 0,1 | 0,1 |
| 75 | 1500,0 | 1498,31 | 1498,65 | 1498,55 | 1498,50 | 0,1 | 0,1 |

Incertidumbre

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-076-2022**

Peticionario : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
Atención : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
Lugar de calibración : Carretera a Pimentel Km. 4 k.3,5 Urb. Avientel - Chiclayo.
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica
Capacidad del equipo : 2000 kN
División de escala : 0,01 kN (0 - 999,99 kN)
0,1 kN (1000 - 2000 kN)
Marca : A & A INSTRUMENTS
Modelo : STYE 2000B
N° de serie del equipo : 131214
N° de serie del panel : no indica
Procedencia : CHINA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 21,0 °C / 60%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,5 °C / 63%
Patrón de referencia : Patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820 con Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-09-01

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

| Sello | Fecha | Hecho por | Revisado por |
|---|------------|---|---|
|  | 2022-09-08 |  Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO |  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA INGENIERO CIVIL Reg. del OIP N° 84286 |

Resultados de medición

Dirección de Carga : Compresión

| Indicación de fuerza de la máquina de ensayo | | Indicación de fuerza en la celda patrón | | | Promedio | Error | Incertidumbre K=2 |
|--|--------|---|-----------------|-----------------|----------|-------|-------------------|
| (%) | (kN) | 1º ascenso (kN) | 2º ascenso (kN) | 3º ascenso (kN) | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,1 |
| 5 | 100,0 | 101,45 | 101,40 | 101,42 | 101,42 | -1,4 | 0,2 |
| 10 | 200,0 | 201,77 | 201,46 | 201,55 | 201,59 | -0,8 | 0,1 |
| 15 | 300,0 | 300,85 | 301,55 | 301,06 | 301,15 | -0,4 | 0,1 |
| 20 | 400,0 | 400,61 | 401,41 | 401,12 | 401,05 | -0,3 | 0,1 |
| 25 | 500,0 | 500,14 | 500,70 | 500,48 | 500,44 | -0,1 | 0,1 |
| 30 | 600,0 | 600,00 | 600,66 | 600,21 | 600,29 | 0,0 | 0,1 |
| 40 | 800,0 | 797,90 | 799,12 | 798,01 | 798,34 | 0,2 | 0,1 |
| 50 | 1000,0 | 998,35 | 998,66 | 998,55 | 998,52 | 0,1 | 0,1 |
| 60 | 1200,0 | 1198,62 | 1198,54 | 1198,25 | 1198,47 | 0,1 | 0,1 |
| 75 | 1500,0 | 1498,31 | 1498,65 | 1498,55 | 1498,50 | 0,1 | 0,1 |

Incertidumbre

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CUBAS ARMAS MARLON ROBERT, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la Bacteria Bacillus subtilis en las propiedades mecánicas del concreto bioautorreparable f'c 280 kg/cm², Chiclayo", cuyos autores son SALDAÑA PEREZ ROSA YUDIT, CUBAS SILVA JULI MARISOL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, 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.

CHICLAYO, 03 de Julio del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| CUBAS ARMAS MARLON ROBERT DNI: 43238974 ORCID: 0000-0001-9750-1247 | Firmado electrónicamente por: CARMASMAR el 29- 07-2023 12:11:47 |

Código documento Trilce: TRI - 0568444