



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

**Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión
de concretos elaborada con agregado grueso zarandeado y
chancado**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

More Popuche, Marlita Del Socorro (orcid.org/0000-0001-7413-1538)

Navarro Gomez, Danny Edward (orcid.org/0000-0003-2622-8241)

ASESOR:

Mg. Diaz Rodriguez, Breitner Guillermo (orcid.org/0000-0001-6733-2868)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2022

DEDICATORIAS

A MIS HIJAS, Eimy y Noemy, por ser la energía de motivación que necesitaba mi ser para sentir que no existen imposibles para lograr nuestras metas y seguir creciendo en mi vida profesional.

A MI MADRE, María Flora que constantemente me brinda sin condiciones su amor, apoyo moral, confianza y por sentirse siempre orgullosa de mi.

Finalmente **A MIS DOCENTES**, que compartieron momentos de su vida y sus prodigiosas enseñanzas en esta bella etapa universitaria.

Marlita Del Socorro More Popuche.

A DIOS, por concederme llegar con salud a este gran avance en mi vida, por guiarme y bendecir mi camino diariamente con sabiduría y humildad.

A MIS PADRES, Raúl Navarro More y Luz Angélica Gómez Rosas, por ser la pieza fundamental en mi formación diaria y académica, por formarme con valores y ser el apoyo incondicional en mi vida, por enseñarme que no hay barreras para alcanzar las metas trazadas y que con esfuerzo y dedicación se pueden lograr, pero sobre todo por enseñarme a confiar en mí mismo y ser humilde de corazón.

A MI ESPOSA, Ingri Katheriny Paucar Yovera, por su apoyo incondicional en cada momento, por motivarme, brindarme sus consejos y por su entrega diaria para permitirme lograr este objetivo.

A MI HIJO, Emiliano Raúl Navarro Paucar, su nacimiento ha coincidido con la culminación de este proyecto. Sin duda él es lo mejor que me ha pasado, y ha llegado en el momento ideal para darme el último impulso que me faltaba para concluir este proyecto.

Danny Edward Navarro Gómez.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, agradecerle toda mi vida, por guiarme y ser mi luz en el camino de la vida, por concederme la bendición de vivir y ser mi fe para no doblegarme frente a los golpes y obstáculos de la vida.

A MI MADRE, agradecer por la valentía de darme el derecho a la vida en su vientre y hacer de mí un ser con buenos valores, por ser mi ángel incondicional y empañarme de tanto amor para inspirarme y confiar en mí.

A MIS HERMANOS por la paciencia, por los momentos vividos y compartidos, por sus consejos y celebrar cada logro en el desarrollo de mi vida y carrera profesional.

A LA UCV, por crear el programa de educación para adultos y abrirme las puertas. Gracias a este proyecto de estudio tuve la gran oportunidad de continuar estudiando y cumplir mi meta de obtener mi título profesional.

Marlita Del Socorro More Popuche.

A DIOS, Agradecer principalmente a Dios por brindarnos salud, por tener una familia unida, por permitirme alcanzar cada meta trazada y sobre todo por darme fuerzas para no darme por vencido en el camino.

A MIS PADRES, agradecer de una manera especial a mis padres, Raúl Navarro More y Luz Angélica Gómez Rosas, por ser un gran ejemplo a seguir, por enseñarnos a seguir luchando ante cualquier circunstancia, ser perseverantes, y a no rendirnos fácilmente, por su apoyo incondicional y sobre todo por la confianza que han depositado en mí.

A MI ESPOSA, De tal manera agradecer a mi esposa Ingri Katheriny Paucar Yovera, por ayudarme en cada momento, por brindarme su confianza, ser un gran apoyo en este objetivo y enseñarme que todo esfuerzo tiene su recompensa.

A MIS DOCENTES, De igual manera, quiero agradecer a todos los docentes por permitirme llevar sus enseñanzas, pero sobre todo sus consejos que nos compartieron de su vida y que hoy nos ayudan a ser mejores profesionales.

Danny Edward Navarro Gómez.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIAS	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos	22
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
4.1. Caracterización de agregados	23
4.2. Diseños de mezcla	24
4.3. Índices de rebote	25
4.4. Resistencias a la compresión	30
4.5. Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión	35
4.6. Prueba de hipótesis	47
V. DISCUSIÓN	48
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	56
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Muestra de la investigación.....	15
Tabla 2. Características de la arena gruesa	23
Tabla 3. Características de la piedra chancada	23
Tabla 4. Características de la piedra zarandeada.....	24
Tabla 5. Diseño de mezcla del concreto con piedra chancada	24
Tabla 6. Diseño de mezcla del concreto con piedra zarandeada	25
Tabla 7. Índices de rebote del concreto con piedra chancada a 7 días de curado	25
Tabla 8. Índices de rebote del concreto con piedra chancada a 28 días de curado	26
Tabla 9. Índices de rebote del concreto con piedra zarandeada a 7 días de curado	28
Tabla 10. Índices de rebote del concreto con piedra zarandeada a 28 días de curado.....	28
Tabla 11. Resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 7 días de curado.....	30
Tabla 12. Resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 28 días de curado	31
Tabla 13. Resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 7 días de curado	33
Tabla 14. Resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 28 días de curado	33

Tabla 15. Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 7 días de curado.	35
Tabla 16. Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 28 días de curado.	38
Tabla 17. Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 7 días de curado.....	42
Tabla 18. Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 28 días de curado.....	43
Tabla 19. Correlación de Pearson para los resultados del concreto con agregado grueso chancado.	47
Tabla 20. Correlación de Pearson para los resultados del concreto con agregado grueso zarandeado.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la investigación.	17
Figura 2. Correlación lineal de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 7 días de curado.....	36
Figura 3. Correlación potencial de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 7 días de curado.	37
Figura 4. Correlación lineal de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 28 días de curado.....	40
Figura 5. Correlación potencial de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 28 días de curado.	41
Figura 6. Correlación lineal de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 7 días de curado.	42
Figura 7. Correlación potencial de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 7 días de curado.....	43
Figura 8. Correlación lineal de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 28 días de curado.	45
Figura 9. Correlación lineal de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 28 días de curado.	46

RESUMEN

El proceso de desarrollo de esta tesis se ejecutó en el laboratorio Tecnología en Ensayo de Materiales SAC ubicado en Trujillo, considerando como objetivo principal determinar la correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado; aplicando una metodología experimental con muestreo no probabilístico, cuyo tamaño muestral fue basado en el juicio de experto a cargo de un profesional especializado, llegando a elaborar un total de 100 probetas cilíndricas de 4"X8" para ser sometidas a ensayos esclerométricos y luego a compresión a las edades de 7 y 28 días con el propósito de establecer correlaciones entre ambos ensayos de tal forma que al conocer el índice de rebote de un elemento de concreto, se pueda estimar su resistencia al aplicar las expresiones matemáticas con un alto grado de confiabilidad. Las correlaciones que se lograron determinar fueron de tipo lineal y potencial, encontrando que al usar material grueso chancado en el concreto se obtiene mejores valores de resistencia, cuya correlación lineal resultó $f'c=5.8003*IR+95.46$, y la potencial $f'c=37.976*IR^{0.573}$, ambas con un valor R^2 superior al 91%.

Palabras clave: Concreto, correlación, índice de rebote, estimación, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The development process of this thesis was carried out in the SAC Materials Testing Technology laboratory located in Trujillo, considering as its main objective to determine the correlation of the rebound index and the compressive strength of concrete made with screened and crushed coarse aggregate; applying an experimental methodology with non-probabilistic sampling, whose sample size was based on expert judgment by a specialized professional, producing a total of 100 4"X8" cylindrical test tubes to be subjected to sclerometric tests and then compression. at the ages of 7 and 28 days with the purpose of establishing correlations between both tests in such a way that when knowing the rebound index of a concrete element, its resistance can be estimated by applying the mathematical expressions with a high degree of reliability. The correlations that were determined were of a linear and potential type, finding that when using coarse crushed material in the concrete, better resistance values are obtained, whose linear correlation was $f'_c=5.8003*IR+95.46$, and the potential $f'_c =37.976*IR^{0.573}$, both with an R2 value greater than 91%.

Keywords: Concrete, correlation, rebound index, estimation, compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto, o comúnmente llamado hormigón en algunos países, se ha vuelto con el transcurso de los años el material con mayor demanda en el sector de la construcción; empleándose en proyectos de pequeña, mediana y gran envergadura en donde se busca cubrir las necesidades del ser humano; ello debido a que posee innumerables propiedades y características en sus diferentes estados; encontrándose como la más importante, la propiedad mecánica de resistencia a la compresión, pues de ser óptima, brinda la calidad y seguridad que una obra necesita para asegurar una utilidad larga de los elementos que la conforman. Por lo hasta aquí mencionado, es que constantemente se monitorea in situ si es que realmente se llega a la resistencia de diseño, pues existen factores durante y después del vaciado, que podrían alterar los resultados. Uno de los métodos tradicionales que generalmente se emplea en estos casos, es el método destructivo por rotura de probetas; sin embargo, éste supone una serie de actividades como elaboración, desencofrado, rotulado, curado y ensayo; por eso, ante la necesidad de conocer la dureza superficial y uniformidad del concreto, así como la de estimar de manera rápida su resistencia haciendo uso de métodos no destructivos optimizando tiempo y mano de obra, es que se determinan correlaciones entre esta propiedad mecánica en estado endurecido y el índice de rebote conseguido a partir del ensayo de esclerometría según la ASTM C805.

A nivel internacional se viene investigando acerca del tema en estudio; donde indican que los ensayos para determinar la resistencia a la compresión de los concretos se desarrollan con el fin de conocer la calidad de éste a edades tempranas y de esa forma proyectar hacia las edades posteriores; asimismo, hoy en día los métodos para tal fin son bastante limitados, encontrando como uno de ellos al martillo de rebote, el cual evalúa la dureza y uniformidad de una determinada superficie; así como también, estima de manera aproximada el valor de la resistencia de los elementos de concreto. (Hernández, Orozco, Almanza y Ramírez, 2017, p.60).

La necesidad de optimizar recursos y tiempo durante el desarrollo de una construcción, sugiere la aplicación del ensayo esclerométrico para estimar los valores de resistencia en concretos sin tener que destruir un número de probetas previamente elaboradas, facilitando los resultados in situ y agilizando de esa forma los procesos constructivos. (Builes & Pardo, 2016, p.16).

A nivel nacional también se vienen realizando estudios en los que se menciona que, en la actualidad se torna de manera más frecuente la verificación de la calidad en los elementos de concreto puesto en obra; teniendo como método tradicional al ensayo de compresión a especímenes cilíndricos curados de manera estándar por un periodo de 28 días; o en otras ocasiones, el ensayo se realiza a núcleos de concreto extraídos en los diferentes elementos como vigas, columnas, zapatas, etc.; sin embargo, existe la posibilidad que durante el procedimiento se afecte el acero estructural a causa de un error en el escaneo o una mala manipulación de los equipos; por ello es que se hace importante la aplicación de ensayos no invasivos que permitan estimar su calidad y resistencia sin perjudicar la estructura intervenida; encontrando entre ellos al ensayo esclerométrico; el cual permite relacionar el índice de rebote obtenido con un valor aproximado de resistencia; no obstante, dichas relaciones deben estimarse con un porcentaje de confiabilidad considerable. (Borja, 2021, p.2).

Se tiene como problema: ¿Cuál es la correlación entre índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado?

Como problemas específicos se tienen: 1. ¿Cuáles son las características de los agregados?; 2. ¿Cuáles son los pesos húmedos de los materiales a emplear en la elaboración de los especímenes por cada tipo de concreto?; 3. ¿Cuál es el índice de rebote promedio obtenido por el ensayo esclerométrico realizado a las probetas de cada concreto?; 4. ¿Cuál es la resistencia a la compresión promedio de cada concreto obtenida por el ensayo de rotura de probetas?; 5. ¿Qué tipo de correlación existe entre la resistencia a la compresión y el índice de rebote de los diferentes tipos de concreto?; 6. ¿Las variables independientes en estudio se correlacionan estadísticamente?.

Es motivo de la presente tesis, estimar aproximadamente la resistencia a la compresión de manera rápida y confiable in situ haciendo uso de un método no destructivo gracias a la aplicación de una correlación previamente determinada para un concreto de características específicas.

De justificación técnico de la actual tesis se sostiene que la aplicación de una correlación entre la resistencia a la compresión de un concreto y su índice de rebote permitirá estimar in situ valores aproximados de la propiedad mecánica en mención, evitando el método destructivo tradicional de rotura de probetas; por otro lado, como justificación socioeconómica, la optimización de tiempo, material y mano de obra al desestimar los procesos de elaboración, desencofrado, rotulado, curado y ensayo de probetas, supondrán un ahorro en el coste general de una obra; finalmente, como justificación ambiental, al evitar la confección de especímenes cilíndricos se apoya en la mitigación, aunque de forma muy limitada, del impacto ambiental por residuos de construcción.

Se tiene como objetivo general: Determinar la correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado.

Como objetivos específicos se tiene: 1. Determinar las características de los agregados; 2. Realizar los diseños de mezcla para cada tipo de concreto; 3. Determinar el índice de rebote en las probetas de cada concreto; 4. Determinar la resistencia a la compresión de los concretos mediante el método de rotura de probetas; 5. Determinar la correlación entre la resistencia a la compresión y el índice de rebote de los diferentes tipos de concreto; 6. Realizar la prueba de hipótesis y determinar estadísticamente si ambas variables independientes se correlacionan.

La hipótesis que se plantea es la siguiente: El índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado generarán correlaciones con un grado de confiabilidad alto.

II. MARCO TEÓRICO

En su investigación, Jedidi (2020), se propuso como objetivo principal determinar las características del concreto haciendo uso de ensayos destructivos y no destructivos, donde luego de analizar sus resultados llegó a concluir que el martillo de rebote puede ser considerado como un buen método alternativo a la tradicional resistencia a la compresión para estimar de manera rápida las características de un elemento in situ; o de mucha utilidad en casos de renovación donde la extracción de núcleos de concreto resulta complicada por posibles daños estructurales o inestabilidad. (p.7).

Torres y Ojeda (2020), en su investigación se propusieron como objetivo general desarrollar un estudio que les posibilite encontrar modelos de correlación de tipo lineal entre diferentes propiedades mecánicas y ensayos del concreto simple para los agregados que se utilizan en la costa atlántica de su país; por lo que pusieron en práctica una metodología con enfoque cuantitativo experimental, permitiéndoles concluir que, las correlaciones que encontraron son viables y pueden ser empleadas para estimar la resistencia de un concreto simple de manera que se eviten ensayos destructivos, pero teniendo en cuenta que el diseño de mezcla y el martillo de rebote utilizado en obra debe ser el mismo que el usado en laboratorio, el coeficiente de correlación debe ser alto, el tamaño de muestra debe ser suficiente para evitar dispersiones, etc. (p.87).

Neira y Palacios (2019), en su trabajo de titulación se plantearon como objetivo conocer la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto a través de la realización de esclerometrías utilizando modelos matemáticos y de predicción con una confiabilidad del 90%; donde, posterior al análisis de los valores y datos arrojados por cada variable lograron concluir que, los ensayos no invasivos permiten estimar la resistencia del concreto y delimitar zonas de baja calidad sin afectar la integridad de los elementos, por ello es que se emplea en estructuras existentes; asimismo, encontraron que las correlaciones determinadas presentan un ajuste correcto, pues no resultó significativa la distancia entre los valores estimados y los alcanzados experimentalmente, obteniendo un grado de confiabilidad del 94%. (p.99).

Hernández, Orozco, Almanza y Ramírez (2017), en su exploración científica abordaron como fin principal encontrar una correlación entre la resistencia a la compresión evaluada en probetas de concreto y los valores de rebote con esclerómetro; donde, después de examinar los resultados que obtuvieron, comentan que llegaron a obtener una buena ecuación entre la resistencia del concreto medida a través de una prensa hidráulica y el índice de rebote dado por el ensayo de esclerometría; además, concluyen que éste método permite estimar óptimamente la resistencia en componentes confeccionados con concreto, pudiendo también monitorearlos en cualquier momento y a bajo costo. (p.67).

A nivel nacional, Villegas (2021), se propuso como objetivo central el poder conocer los valores de resistencia a la compresión de concretos haciendo uso de una red neuronal elaborada mediante los resultados obtenidos por muestras de laboratorio practicados a especímenes cilíndricos; permitiendo analizar cuatro motivos principales que inciden de manera negativa sobre el ensayo de dureza superficial; donde, luego de poner en práctica los procedimientos necesarios para cumplir con dicho objetivo, y, en base a sus resultados, llegó a concluir que la correlación encontrada entre el índice de rebote y los valores de resistencia a la compresión arrojó un valor alto de confiabilidad, siendo de 91.76%, lo que demuestra que ambos ensayos apuntan hacia una misma tendencia de desarrollo, es decir, se encuentra una proporcionalidad directa; además, se evidencia que a mayor rango de resistencias consideradas (<150kg/cm² y >350kg/cm²), el índice de correlación será menor; finalmente, existen factores que afectan al método en mención tales como la humedad, la edad, el TMN y tipo de piedra, relación a/c, etc. (p.77).

García y Rodríguez (2021), en su tesis elaborada, define como su objetivo principal comparar los valores conseguidos por las pruebas de resistencia a la compresión del concreto evaluado a extracciones de diamantinas y esclerometrías ejecutadas sobre un pavimento rígido determinado; llegando a encontrar una correlación de carácter lineal en la que el valor de resistencia a

la compresión equivale a 0.51 veces el valor del índice de rebote, a un nivel de confianza del 80%, estando ambas variables directamente relacionadas, es decir, a medida que una aumenta, el valor de la otra también lo hace. (p.119).

Borja (2021), en su artículo presentado, plantea como objetivo principal instaurar la correlación entre el rebote promedio luego de aplicar el ensayo esclerométrico; y, la resistencia a la compresión del concreto con el fin de aplicarlas en elementos ubicados en el departamento de Lambayeque; llegando a concluir una vez finalizado su estudio que, las ecuaciones propias de cada esclerómetro que vienen por defecto no son válidas ni aplicables en nuestro país, por lo que se tienen que determinar nuevas correlaciones en cada lugar donde se pretenda utilizar; además, comenta que la correlación que encontró respecto al concreto en testigos de diferentes obras obtuvo una confiabilidad baja del 74.37%, ello a raíz de la gran variabilidad por parte de los áridos y procesos constructivos de cada obra; sin embargo, diferente fue lo que ocurrió en los especímenes de laboratorio, las mismas que finalizaron su fraguado a 28 días, arrojando una correlación de confiabilidad alta del 94.67%; por último, se encontró que la humedad interna del concreto y el fraguado afectan de manera significativa al momento de realizar el ensayo esclerométrico, ya que se obtuvo mejores correlaciones en los testigos que cumplieron con lo mencionado. (p.12).

Delgado y Arévalo (2020), en su tesis desarrollada para conseguir su título profesional, fijaron como objetivo general la determinación de la resistencia a la compresión del concreto a través de la aplicación de una correlación entre dicha propiedad y el índice de rebote; logrando establecer correlaciones con altos coeficientes de determinación; permitiéndoles concluir que existe analogías entre dichas variables; sin embargo, indican que aunque hayan logrado demostrar la utilidad del ensayo no destructivo mencionado para estimar la resistencia del concreto endurecido; en ninguno resulta como reemplazo total para pruebas de resistencia a la compresión. (p.80).

A nivel local también se tienen referencias, como la investigación elaborada por Almonacid y Guzmán (2021), los mismos que expusieron como finalidad primordial plantear una correlación entre la resistencia a la compresión, el método de madurez e índice de rebote en concretos convencionales, en Trujillo, 2021; y para lograr el cumplimiento de dicho objetivo, desarrollaron una metodología experimental, la misma que les permite indicar que es posible el establecimiento de correlaciones mediante la resistencia a la compresión e índice de rebotes; además señalan que se consiguió determinar una de tipo lineal con una confiabilidad del 99%; y por otro lado, una de tipo potencial con una confiabilidad de 99%. (p.66).

Siancas (2020), llevo a cabo su trabajo de investigación para Determinar la resistencia del concreto en un Pabellón de la I.E. 14787 Víctor Raúl Haya de la Torre utilizando diamantina, esclerómetros y equipos de ultrasonidos”, en la ciudad de Piura, Perú. El objetivo principal de esta evaluación es utilizar dos métodos de pruebas no destructivas y un método de prueba destructiva para el diagnóstico, tales como: manejo del martillo de rebote, del equipo ultrasónico y extracción con diamante de muestras de concreto. El ensayo consta de una columna central del salón 3 nivel 01. Donde se utilizaron los siguientes instrumentos: una sonda equipada con brocas de diamantina, un martillo de rebote de hormigón, un dispositivo ultrasónico UTC-3034 y un dispositivo de resistencia a la compresión. Teniendo como resultado que las pruebas no destructivas presentan una notoria correlación lineal positiva. En cambio, las pruebas no destructivas tienen ventajas y desventajas, debido a que en oportunidades proporcionan datos imprecisos sobre el estado de la variable evaluada. (p.71).

Las bases teóricas que sirvieron para complementar la presente investigación fueron las siguientes:

Concreto, también denominado hormigón, es la combinación del cemento portland, como aglutinante; además de un material de relleno que generalmente consta de agregado fino y agregado grueso; y finalmente agua, aunque en

ocasiones pueda añadirse algún aditivo. Esta mezcla una vez endurecida forma un todo compactado, donde, conforme pasa el tiempo es capaz de ganar grandes valores de resistencia. (Sánchez, 2001, p.19).

Es un material de construcción, que al hablar de la mezcla de agregado, cemento y agua, puede proporcionar suficientes propiedades de compresión de acuerdo con el proyecto dado. Al mismo tiempo, ofrece infinitas posibilidades gracias a sus propiedades monolíticas, fácil de moldear al gusto y de origen artificial y reproducible. (Badilla, 2014, p.17).

Materiales que componen el concreto:

Cemento, Es un escoria (Clinker) finamente triturado para ser mezclado con sustancias químicas y ácidas (Sílice y Alúmina) provenientes de la arcilla, y otros como la cal; llevados todos a altas temperaturas para dar resultado una clase de cal hidráulica refinada. Tomando la propiedad de endurecerse con el contacto al agua y con esta sustancia sufriendo una reacción química. (Gómez, 2014, p. 48).

Es un material que se consigue gracias al procesamiento por pulverización del clinker portland en conjunto con sulfato de calcio; y eventualmente otros productos, pero sin exceder el 1% del peso total y siempre y cuando la normativa correspondiente especifique que dichas inclusiones no alteran de manera negativa el producto resultante. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Un tipo de cemento generalmente utilizado en la construcción es el cemento Portland. Teniendo como presentación a cinco tipos básicos, particularmente aptos para ser utilizados. La ASTM han definido especificaciones, dos de los cuales identifican la mayor parte del cemento utilizado en las construcciones, tenemos un cemento de uso genérico utilizado para fabricar concreto que logre la resistencia requerida en aproximadamente 28 días, y un cemento de fraguado temprano o de mayor resistencia inicial para producir concreto que alcanza la resistencia requerida, optimizando el tiempo y cumpliendo con las

exigencias técnicas y normas del Cemento Portland. Como regla general, debe estar libre de grumos, por lo que debe protegerse con plástico o zonas donde no se vea alterado por la humedad, el ambiente o algún factor externo.

Deben ser controlados por su calidad según la norma ASTM C-150, enviándose muestras periódicamente a laboratorios especializados para que lo establecido por la norma asegure su buena calidad.

Agregados, son partículas que forman un conjunto y que son obtenidas de manera natural o por procesamientos industriales; sus dimensiones se encuentran estipuladas en la NTP.400.012. Asimismo, se conoce que los agregados trabajan en conjunto con la pasta para conformar el concreto, pudiendo ocupar hasta el 75% de su volumen por m³. (Bustamante & Díaz).

Son conformados por áridos artificiales, naturales o inertes obtenidos en forma de gránulos, y que al aglomerarlos con el cemento Portland y agua, son capaces de formar un material compacto, denominado concreto hidráulico o ser una mezcla cementante para formar mortero. Todos los materiales pueden ser considerados como agregados del concreto, cuidando que no interfieran y perjudiquen las características y propiedades del concreto, que permitan lograr una resistencia específica, garantizando una adecuada adherencia con la masa de cemento portland endurecido. (Sánchez, 2001, p. 65).

- **Clasificar por su Forma:**

- **Grava de canto rodado.**- Es un árido con partículas granulares de varios tamaños. Este tipo de piedra resulta de la fragmentación de las rocas. Otorga la ventaja de requerir menos agua que la piedra triturada, obteniendo una mezcla de concreto maleable. (Anaya y Chaoca, 2009, p. 8).
- **Grava chancada o artificial.**- Este material se adquiere en planta mediante un proceso de triturado respectivamente de agregado natural. Los materiales principales utilizados para el procesamiento

consisten en minerales como granitos, basaltos, areniscas, cuarzos, cuarcitas y piedras calizas. La grava conseguida en planta a través de este proceso, obtiene mejores propiedades de trabazón, lo que permite que el hormigón gane más resistencia. (Anaya y Chaoca, 2009, p. 8).

- **Clasificar por su Tamaño:**

- **Agregados Finos.-** Es un árido proveniente de forma natural o artificial, se produce naturalmente en canteras aluviales debido a que el material se asienta a causa de la baja velocidad del agua y forman estas partículas.

Los finos producidos artificialmente, se producen del triturado y molido de rocas grandes. Se trata de un agregado fino o lo que comúnmente se denomina arena, para ser clasificado como un excelente material debe ser esférico o cúbico, y no contener partículas delgadas o planas. , porque serán imperfectos. Este agregado para utilizarse en mezclas de concreto debe tener su tamaño de partículas que lo conforma debe estar entre el tamiz de 3/8" y retenerse en malla 200" (Quispe, 2016, p. 102).

Es el material de arena granular natural, que deberá estar libre de partículas nocivas de polvo, como limos, arcillas, álcalis, ácidos, cloruros, sustancia orgánica, u otras materias perjudiciales para el hormigón.

La ración de material que pasa a través de la malla 200 no debe exceder el 5 % de su peso total acatando las pautas ASTM C-33 para agregados.

- **Agregados gruesos.-** Son áridos muy esenciales para la formación de estructuras de concreto, por lo tanto, es importante que la calidad de este material a usar cumpla con buenas características

debidamente certificadas de la cantera proveniente para garantizar la producción de una mezcla correcta. (Ramirez, 2016, p. 51).

Es el material de grava en su aspecto natural, triturada o astillada, de grano consistente y macizo.

- **Su Función**

Las principales funciones que cumplen los agregados de concreto son:

- Como árido o armazón ideal para lechadas de agua-cemento, lo que reduce la cantidad de lechada por metro cúbico.
- Proporcionar una mezcla con partículas capaces de soportar la intemperie o la abrasión que pueda producirse sobre el hormigón.
- Minimizar los cambios de volumen de procesos como la solidificación de lodos, la solidificación y el secado. (Torre, 2004, pág. 45)

- ✓ **Agua**

El agua de la palabra latina "aqua", consta químicamente de dos átomos Hidrógeno y oxígeno. Su característica del agua es que se puede presentar en estado sólido, líquido y gaseoso, que va a depender de la temperatura que ocurre en el ambiente. (Anaya, Chaoca, 2009, p.11).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La presente investigación pretende desarrollarse mediante la ejecución y puesta en marcha de toda la información proporcionada por parte de estudios previos alusivos a la implementación de una correlación entre el índice de rebote y la resistencia a la compresión del concreto; por ello, es que se clasifica como una investigación de tipo aplicada o conocida también como empírica.

Una investigación calificada como aplicada es aquella que pretende generar nuevos saberes gracias a, como su nombre lo indica, su aplicación directa frente a dificultades sociales. Asimismo, este estudio tiene como base la información encontrada en investigaciones básicas por lo que enlazan lo teórico y lo práctico. (Lozada, 2014, p.34).

Diseño de investigación

En la presente investigación de acuerdo a su diseño, se pretende realizar una manipulación deliberada de las variables independientes con la finalidad de encontrar el comportamiento generado como consecuencia de ello sobre la variable dependiente; por lo que es clasificada como una investigación experimental.

Los diseños de tipo experimental tienen una aplicación restringida, usualmente utilizadas en investigaciones educativas. La característica fundamental de este tipo de diseño es que se maniobra de manera deliberada todas las variables independientes, siendo éstas, las posibles causas o condiciones antecedentes en las relaciones entre las variables; y, a las consecuencias producidas por lo mencionado, se le conoce como variables dependientes. (Agudelo, Aigner y Ruiz, 2008, p.2).

3.2. Variables y Operacionalización

Variables independientes

Índice de rebote:

Definición conceptual: El índice de rebote es un valor “Q” arrojado por el esclerómetro o martillo de rebote, el cual depende del ángulo formado por el punzón y el área en contacto; siendo empleado para alcanzar estimaciones de las resistencias de concretos in situ, así como también para determinar su uniformidad y delimitar zonas de baja calidad. (Neira y Palacios, 2019, p.15).

Definición operacional: El índice de rebote equivale a la energía del impacto que no fue absorbida por el concreto, luego de que el esclerómetro recibiera la energía acumulada en el resorte y se deslizara buscando percutir al punzón en contacto con la superficie que rebota correspondientemente al elemento rigidizado.

Indicadores: Corresponden a las 10 mínimas lecturas tomadas a una separación no menor de 25mm por cada espécimen a evaluar.

Resistencia a la compresión:

Definición conceptual: Esta propiedad se describe como la disposición que posee el concreto para soportar un fenómeno de aplastamiento, visto generalmente en aquellos materiales utilizados para la elaboración de estructuras; brindando información de su comportamiento frente a cargas estáticas o ascendentes en el tiempo. (Hernández, Gómez, Contreras y Padilla, 2018, p.1).

Definición operacional: La resistencia a la compresión se calcula en base a dividir la máxima carga que soporta una probeta cilíndrica de concreto, ensayado en una prensa hidráulica, entre su área de contacto; siendo expresado generalmente en kg/cm^2 o también en Mpa.

Indicadores: Corresponde a las probetas y sus valores obtenidos de resistencia para concretos con agregado grueso chancado y zarandeado.

Variable dependiente

Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión

Definición conceptual: Establecer correlaciones mediante muestras destructivas y no destructivas resulta de mucha importancia debido a que favorece la reproducción de metodologías durante la ejecución de proyectos, donde la calidad se convierte vital en la finalización de plazos y determinaciones requeridas. (Muñoz y Rivas, 2003, p.2).

Definición operacional: El uso de correlaciones a través del índice de rebote y la resistencia a la compresión, no pretende ser un procedimiento que reemplace el ensayo de cilindros de concreto, sino que pueden ser empleados de forma óptima in situ de acuerdo al porcentaje de incidencia y confiabilidad que se genere.

Indicadores: Corresponden a las características de los agregados, al peso húmedo de los agregados, a la lectura de los rebotes y a los valores de resistencia a la compresión de cada tipo de concreto.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población consta de todos los concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado en la localidad de Trujillo durante el año 2022.

Muestra y muestreo

El método que se aplicó para el muestreo en la vigente investigación corresponde a una no probabilística haciendo uso del juicio de experto, contando para tal fin, con un profesional especialista en temas de concreto gracias su amplia experiencia y preparación.

El experto que fue considerado, teniendo como base su vasta experiencia en temas concernientes a concreto, recomendó la realización de 100 ensayos

esclerométricos y 100 pruebas de resistencia a la compresión, distribuidos a edades que se muestran a continuación:

Tabla 1. *Muestra de la investigación*

Ensayo	Edad	Tipo de agregado grueso		Sub Total	Total
		Chancado	Zarandeado		
Esclerometría	7 días	3	3	6	100
	28 días	47	47	94	
Resistencia a la compresión	7 días	3	3	6	100
	28 días	47	47	94	

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

La presente investigación optará por emplear a la observación directa como técnica para recolectar los datos, ello debido a que nos permite adquirir información de lo ocurrido luego de realizarse todos los procedimientos bajo nuestra inspección.

La observación se define como parte relevante de toda investigación en la que el autor se ayuda así conseguir la mayor cantidad de información necesaria. Además, la observación directa consiste en tener contacto personal con el fenómeno de investigación. (Diaz, 2011, p.8).

Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos que se emplearán en la actual tesis para registrar la información necesaria serán las guías de observación; las mismas que fueron elaboradas por nuestra parte en función de los formatos de certificados proporcionados por el laboratorio donde se ejecutaron los ensayos.

Los instrumentos son recursos que el investigador emplea con el objeto de conseguir la información de la realidad en evaluación. Por su parte, la guía de observación se constituye como uno de los instrumentos que delimita las particularidades a observar de manera general. (Useche, Artigas, Queipo y Perozo, 2019, p.47).

Validez de los datos

Los datos recogidos en cada instrumento resultarán válidos gracias a la aprobación de tres profesionales debidamente colegiados; quienes, mediante sus firmas, certifican que aprueban las guías de observación ya que cuentan con lo justo para un acopio óptimo de información.

La definición de validez está orientada a la veracidad de los datos; por ello, los resultados son considerados como válidos en una investigación, cuando ésta se encuentra libre de errores. (Villasis, Márquez, Zurita, Miranda y Escamilla, 2018, p.415).

Confiabilidad de los datos

Los datos que se presentarán en esta investigación resultarán confiables gracias a dos instancias; la primera debido a que los procedimientos fueron realizados en instrumentos y equipos con calibración vigente y bajo la supervisión del ingeniero responsable de laboratorio; y, en segundo lugar, debido a que cada concreto cuenta con los especímenes suficientes para obtener un promedio representativo.

La confiabilidad en una investigación se centra en que la unidad de estudio consiga los mismos resultados aun cuando el análisis se realice con el mismo instrumento repetidamente; sin embargo, esta cualidad no significa exactitud y por ello, los instrumentos podrán ser confiables, pero eso no significará validez automática. (Soriano, 2014, p.22).

3.5. Procedimientos

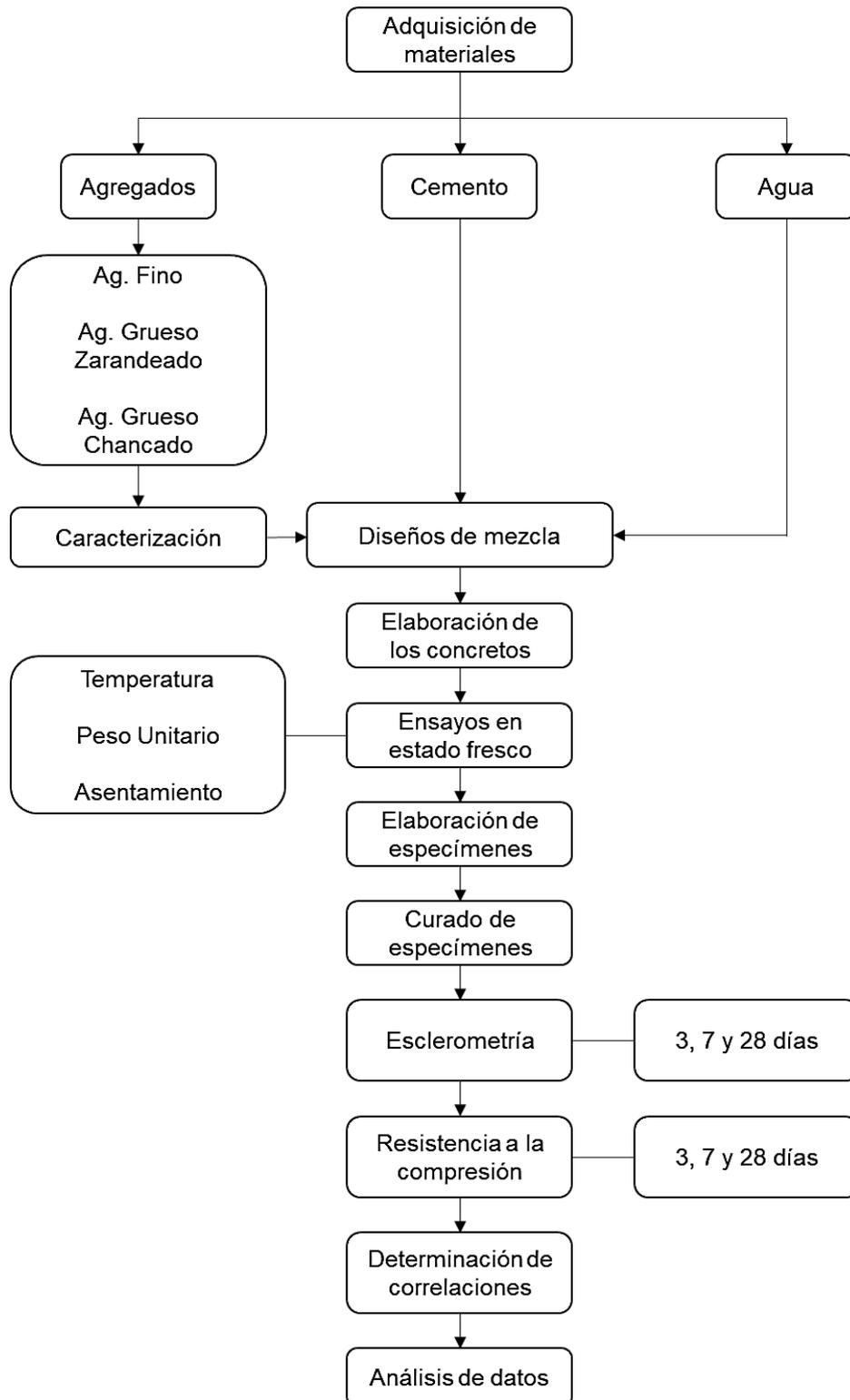


Figura 1. Procedimiento de la investigación.

- **Adquisición de materiales**

Los materiales a emplear para la confección de los concretos se obtuvieron por la distribuidora y servicios generales Leandro SRL con RUC 20559889785, los mismos que fueron puestos en el laboratorio TEM SAC indicando que los agregados, tanto fino y gruesos provienen de la cantera El Milagro; y el cemento a utilizar forma parte de su stock de productos.

- **Caracterización de agregados acopiados**

Teniendo los agregados acopiados en el laboratorio mencionado, se procedió a iniciar con el proceso de caracterización, preparando las muestras a través de procesos de cuarteo, ya que es un método que permite la obtención de porciones representativas de material. Algunos ensayos, como contenido de humedad, peso unitario y granulometría se desarrollaron en su estado en el que fueron recibidos; sin embargo, otros como peso específico y absorción, utilizaron agregados saturados en agua por un lapso de 1 día.

Contenido de humedad

Es un ensayo que se realizó a la arena y a las piedras en su estado recibido, cumpliendo con el procedimiento que marca la NTP.339.185, el cual se basa en calcular la cantidad de agua retenida por los agregados, utilizando para ello una balanza, taras y un horno.

Peso unitario

Es un ensayo que se realizó a la arena y a las piedras en su estado recibido, cumpliendo con el procedimiento que marca la NTP.400.017; teniendo en primera instancia al peso unitario suelto, el cual consistió en llenar un recipiente con agregado en un solo tiempo, enrasando la superficie y registrando su peso. Por su parte, en el caso del peso unitario compactado, se aplicó de igual forma el procedimiento ya descrito, con la diferencia que el recipiente se llenó en tres

tiempos, con capas de igual altura y compactando cada una de ellas un total de 25 veces con una varilla lisa de 5/8". Tanto el peso unitario suelto y compactado se determinaron aplicando la fórmula que se establece en la normativa ya mencionada.

Análisis granulométrico

La granulometría es un ensayo que se realizó a la arena y a las piedras en su estado recibido, cumpliendo con el procedimiento que marca la NTP.400.012, el cual consistió en pasar porciones de material, de cantidades mínimas en función de su tamaño máximo nominal, por un conjunto de mallas estandarizadas apiladas ascendientemente según el tamaño de abertura de cada una de ellas, de manera que se puedan registrar los pesos retenidos por las mallas y procesarlos para obtener los porcentajes pasantes y conocer las curvas granulométricas generadas, las cuales se encontraron entre los máximos y mínimos permitidos por la NTP.400.037. Estos ensayos se realizaron no solo con la finalidad de generar las curvas granulométricas, sino de encontrar los valores de módulo de finura y determinar el TMN.

Peso específico y absorción

El peso específico y la absorción son ensayos que se realizaron a la arena y a las piedras luego de haber estado saturando en agua por 24 horas, cumpliendo con el procedimiento que describe para el agregado fino la NTP.400.022; y la NTP.400.021 para el grueso. Para la arena, se inició desechando el agua del recipiente teniendo cuidado de no eliminar finos, luego se llevó al horno la muestra saturada hasta lograr que se encuentre en estado SSS, el cual fue comprobado con ayuda del cono de peso específico, habiéndolo llenado con la muestra en una sola capa y compactado con la barra un total de 25 veces. Una vez observado que cuando se retiró el cono verticalmente hacia arriba, la arena no se quedó completamente formada, pero tampoco gran parte desprendida; se registró ese primer peso; luego, como siguiente peso se tomó al de un picnómetro lleno de agua; asimismo, se colocó la muestra hasta aquí ensayada

dentro de dicho recipiente, se completó con agua hasta su totalidad y se registró también ese peso. Finalmente se extrajo la muestra del picnómetro y en una tara fue llevada al horno hasta que se encuentre totalmente seca para registrar ese último peso. Así, el peso específico y absorción de este agregado se calcularon aplicando las fórmulas enumeradas en la normativa ya mencionada. Para las piedras el procedimiento es completamente diferente, y consistió en eliminar el agua donde se encontraba saturando la muestra para luego, vaciar el material sobre una superficie no absorbente y con ayuda de trapos industriales se la secó hasta que pierda su brillo superficial; de esa forma se conoció que se encontraba en estado SSS. Luego, con ayuda de una balanza de flotabilidad, se introdujo cierta cantidad de piedra a un cesto y se registró su peso al aire; posteriormente, se elevó el recipiente con agua de manera que se registre el peso del material sumergido. Finalmente, se vació la piedra hasta aquí ensayada en una bandeja y se llevó al horno hasta secar completamente y poder registrar el último peso. Así, el peso específico y absorción de este agregado se calcularon aplicando las fórmulas enumeradas en su normativa correspondiente.

- **Diseños de mezcla**

Los diseños de mezcla se elaboraron gracias a las características determinadas de los agregados, teniendo en cuenta la densidad del cemento a usar y siguiendo la metodología del ACI 211.1 siendo la más utilizada para concretos convencionales. Se realizaron un total de 2 diseños de mezcla, uno para cada tipo de agregado grueso siendo chancado y zarandeado; debido a que cada uno tiene características específicas.

- **Ensayos en estado fresco**

Estos ensayos corresponden a los que se realizan al concreto inmediatamente después de su elaboración, teniendo a los más importantes como asentamiento, peso unitario y temperatura. El primero de ellos se ejecuta con ayuda del cono de Abrams según las indicaciones de la NTP. 339.035, y con la

finalidad de conocer la consistencia de la mezcla, además de saber si se cuenta con la trabajabilidad suficiente para evitar cangrejeras o segregaciones. El segundo ensayo listado se desarrolla con la finalidad de conocer el peso del concreto por cada m³ de material, siguiendo el procedimiento fijado en la NTP.339.046, el cual detalla que se llene el recipiente de volumen seleccionado, en tres capas de igual altura, compactándolas con una varilla lisa un total de 25 varilladas por cada capa, y 12 golpes con el mazo de goma distribuidos por toda la parte lateral de las probetas. Finalmente, el ensayo de temperatura fue elaborado según el procedimiento de la NTP.339.184, el cual consistió en introducir un termómetro digital sobre la muestra fresca de concreto y registrar el valor luego de haber pasado un lapso de tiempo suficiente como para que la lectura sea eficiente.

- **Elaboración y curado de probetas**

Las probetas cilíndricas que se utilizaron en la presente investigación son las de dimensiones de 4" de diámetro x 8" de longitud, habiéndose llenado cada una en dos capas de igual altura y compactando dichas capas con ayuda de una varilla lisa un total de 25 veces, así como la de un mazo de goma por un total de 12 veces alrededor de los moldes. Una vez que pasaron 24 horas desde la confección de especímenes, se desmoldaron con ayuda de una compresora de aire, se rotularon para una fácil identificación posterior e inmediatamente fueron sumergidas en las pozas de curado donde se quedaron hasta ser ensayadas a las edades que correspondían.

- **Esclerometría**

La esclerometría es un ensayo que se realizó a los especímenes de concreto, cumpliendo con el procedimiento que marca la NTP.339.181, el cual consistió en utilizar un martillo de rebote, posicionarlo sobre una malla creada previamente en la superficie superior de las probetas a distancias de 1", y empujar hasta obtener un valor que debemos registrar. La lectura se hizo un total de 10 veces por espécimen, cumpliendo con lo mínimo solicitado por

normativa. Cabe mencionar que, para todos los casos, el martillo fue posicionado verticalmente y en perpendicular con la superficie de las probetas, ya que una mala manipulación del equipo podría influir en los rebotes arrojados.

- **Resistencia a la compresión del concreto**

La esclerometría es un ensayo que se realizó a los especímenes de concreto, cumpliendo con el procedimiento que marca la NTP.339.034, el cual consistió en someter a una carga axial, gracias a una prensa hidráulica, todas las probetas a las edades correspondientes y previamente ensayadas por esclerometría hasta llegar a la falla. El resultado para este ensayo se obtiene al dividir la carga máxima soportada entre el área de la sección que la recibió.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos una vez recogidos y acopiados en su totalidad, serán analizados estadísticamente haciendo uso del software SPSS Statistics; donde, mediante pruebas paramétricas y no paramétricas según corresponda, facultará la aprobación o rechazo de la hipótesis propuesta inicialmente.

3.7. Aspectos éticos

La presente tesis, como parte de la ética que identifica una investigación, desarrollará diversos principios a través de sus diferentes etapas antes durante y después de su ejecución; tal es el caso de la autonomía, beneficencia, justicia, probidad, competencia profesional, entre otros.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de agregados

Tabla 2. *Características de la arena gruesa*

Normativa	Ensayo	Und.	Resultado
NTP.339.185	Contenido de Humedad	%	0.8
NTP.400.017	Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1690
NTP.400.017	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1899
NTP.400.022	Peso Específico	g/cm ³	2.46
NTP.400.022	Absorción	%	2.20
NTP.400.012	Módulo de finura	-	2.76

Fuente: TEM SAC.

El agregado fino empleado en la actual investigación fue ensayado con el objetivo de establecer sus características, las mismas que son necesarias para la preparación de los diseños de mezcla; quedando como resultado el resumen presentado en la tabla.

Tabla 3. *Características de la piedra chancada*

Tipo	Normativa	Ensayo	Und.	Resultado
CHANCADO	NTP.339.185	Contenido de Humedad	%	0.5
	NTP.400.017	Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1359
	NTP.400.017	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1562
	NTP.400.021	Peso Específico	g/cm ³	2.46
	NTP.400.021	Absorción	%	2.00
	NTP.400.012	Módulo de finura	-	6.53
	NTP.400.012	Tamaño Máximo Nominal	in	3/4

Fuente: TEM SAC.

El agregado grueso empleado en la presente investigación fue ensayado con el objetivo de determinar sus características, las mismas que son necesarias para la preparación de los diseños de mezcla; quedando como resultado el resumen presentado en la tabla para un agregado grueso chancado.

Tabla 4. Características de la piedra zarandeada

Tipo	Normativa	Ensayo	Und.	Resultado
ZARANDEADO	NTP.339.185	Contenido de Humedad	%	0.8
	NTP.400.017	Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1621
	NTP.400.017	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1835
	NTP.400.021	Peso Específico	kg/m ³	2.49
	NTP.400.021	Absorción	%	1.70
	NTP.400.012	Módulo de finura	-	6.66
	NTP.400.012	Tamaño Máximo Nominal	in	3/4"

Fuente: TEM SAC.

El agregado grueso empleado en la presente investigación fue ensayado con el objetivo de determinar sus características, las mismas que son necesarias para la preparación de los diseños de mezcla; quedando como resultado el resumen presentado en la tabla para un agregado grueso zarandeado.

4.2. Diseños de mezcla

Tabla 5. Diseño de mezcla del concreto con piedra chancada

DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO GRUESO CHANCADO		
Material	Pesos Húmedos (kg/m³)	Tanda (m³) 0.047
Cemento	367	17.25 kg
Agua	229	10.74 kg
Agregado Fino	646	30.35 kg
Agregado Grueso	980	46.04 kg
TOTAL		104.38 kg

Fuente: Propia.

Se presenta el diseño de mezcla elaborado por el método ACI 211.1 para el concreto con agregado grueso chancado, teniendo los pesos de cada material a emplear por m³ de concreto, sin embargo, se redujeron a tandas de 47 litros cumpliendo con los 28L mínimos permitidos.

Tabla 6. *Diseño de mezcla del concreto con piedra zarandeada*

DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO GRUESO ZARANDEADO		
Material	Pesos Húmedos (kg/m³)	Tanda (m³) 0.047
Cemento	367	17.25 kg
Agua	229	10.06 kg
Agregado Fino	646	21.46 kg
Agregado Grueso	980	55.03 kg
TOTAL		103.80 kg

Fuente: Propia.

Se presenta el diseño de mezcla elaborado por el método ACI 211.1 para el concreto con agregado grueso zarandeado, teniendo los pesos de cada material a emplear por m³ de concreto, sin embargo, se redujeron a tandas de 47 litros cumpliendo con los 28L mínimos permitidos.

4.3. Índices de rebote

Tabla 7. *Índices de rebote del concreto con piedra chancada a 7 días de curado*

CONCRETO CON AGREGADO GRUESO CHANCHADO												
Código	Edad	Rebote										IR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CH-P01	7	10	15	11	11	13	11	11	10	13	10	12
CH-P02	7	12	16	15	14	13	14	13	16	13	14	14
CH-P03	7	10	11	10	12	12	11	11	12	10	11	11

Fuente: Propia.

Se presenta los rebotes obtenidos por cada probeta luego de realizar el ensayo esclerométrico a la edad de 7 días de curado para el concreto con agregado grueso chancado, los mismos que fueron procesados para obtener sus promedios y correlacionarlos a las resistencias que arrojen posteriormente.

Tabla 8. Índices de rebote del concreto con piedra chancada a 28 días de curado

CONCRETO CON AGREGADO GRUESO CHANCHADO												
Código	Edad	Rebote										IR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CH-P04	28	18	19	21	19	21	23	21	21	21	19	20
CH-P05	28	19	19	20	20	22	20	24	23	19	20	21
CH-P06	28	23	22	20	21	20	25	25	23	21	25	23
CH-P07	28	20	22	18	22	23	21	18	19	22	20	21
CH-P08	28	22	23	21	20	23	21	19	22	21	23	22
CH-P09	28	20	23	21	21	22	25	24	20	21	20	22
CH-P10	28	20	22	22	26	24	22	21	24	21	20	22
CH-P11	28	22	26	21	21	21	24	22	21	24	23	23
CH-P12	28	18	18	22	23	20	23	23	21	23	23	21
CH-P13	28	20	20	20	19	25	24	20	24	22	19	21
CH-P14	28	22	19	19	23	24	21	22	23	23	23	22
CH-P15	28	19	20	22	23	23	18	19	23	22	22	21
CH-P16	28	22	22	22	21	20	24	25	20	22	25	22
CH-P17	28	21	20	22	23	20	21	20	23	25	20	22
CH-P18	28	19	20	20	21	19	21	18	20	19	21	20
CH-P19	28	22	22	23	21	21	21	20	22	21	22	22
CH-P20	28	21	22	21	25	24	22	23	21	21	22	22
CH-P21	28	25	22	22	24	25	22	26	23	22	24	24
CH-P22	28	24	21	23	26	22	24	23	24	25	24	24
CH-P23	28	21	19	19	24	21	23	19	19	20	23	21
CH-P24	28	19	24	20	22	22	21	22	23	20	22	22
CH-P25	28	21	20	22	20	22	20	21	18	20	21	21
CH-P26	28	23	22	21	25	24	23	24	23	24	26	24
CH-P27	28	21	20	21	22	20	22	19	18	20	22	21
CH-P28	28	21	23	20	23	24	23	25	21	22	24	23
CH-P29	28	22	20	22	20	18	18	19	19	23	18	20
CH-P30	28	18	19	21	21	20	20	19	18	19	20	20

CH-P31	28	23	22	26	25	25	23	24	23	24	25	24
CH-P32	28	26	24	23	24	22	22	23	22	21	22	23
CH-P33	28	18	18	19	20	19	21	22	19	20	20	20
CH-P34	28	19	21	19	20	22	22	20	21	22	20	21
CH-P35	28	20	22	21	22	20	20	22	23	21	22	21
CH-P36	28	21	20	19	20	18	19	22	19	18	20	20
CH-P37	28	25	23	23	24	24	22	21	23	22	23	23
CH-P38	28	23	21	23	23	21	21	24	22	23	22	22
CH-P39	28	20	22	24	25	22	23	21	22	22	23	22
CH-P40	28	19	20	20	21	21	22	23	20	20	19	21
CH-P41	28	22	26	26	25	24	24	23	25	24	23	24
CH-P42	28	25	28	26	27	28	29	26	25	24	25	26
CH-P43	28	22	23	22	21	22	25	23	22	21	21	22
CH-P44	28	22	23	22	22	24	21	21	20	19	24	22
CH-P45	28	21	22	21	24	21	22	24	23	24	22	22
CH-P46	28	22	21	23	24	25	22	23	22	21	20	22
CH-P47	28	22	23	23	21	22	22	21	23	22	23	22
CH-P48	28	19	18	22	21	21	19	20	19	20	21	20
CH-P49	28	25	28	26	27	25	27	26	25	24	28	26
CH-P50	28	22	23	25	25	24	24	23	22	23	24	24

Fuente: Propia.

Se presenta los rebotes obtenidos por cada probeta luego de realizar el ensayo esclerométrico a la edad de 28 días de curado para el concreto con agregado grueso chancado, los mismos que fueron procesados para obtener sus promedios y correlacionarlos a las resistencias que arrojen posteriormente.

Tabla 9. *Índices de rebote del concreto con piedra zarandeada a 7 días de curado*

CONCRETO CON AGREGADO GRUESO ZARANDEADO												
Código	Edad	Rebote										IR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ZR-P01	7	7	11	12	10	8	9	8	8	11	9	9
ZR-P02	7	7	8	8	10	11	8	12	9	8	11	9
ZR-P03	7	10	9	11	10	8	10	9	7	7	11	9

Fuente: Propia.

Se presenta los rebotes obtenidos por cada probeta luego de realizar el ensayo esclerométrico a la edad de 7 días de curado para el concreto con agregado grueso zarandeado, los mismos que fueron procesados para obtener sus promedios y correlacionarlos a las resistencias que arrojen posteriormente.

Tabla 10. *Índices de rebote del concreto con piedra zarandeada a 28 días de curado*

CONCRETO CON AGREGADO GRUESO ZARANDEADO												
Código	Edad	Rebote										IR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ZR-P04	28	17	17	18	16	19	15	17	18	18	15	17
ZR-P05	28	17	16	16	17	17	16	20	18	16	17	17
ZR-P06	28	16	15	16	17	19	19	18	15	18	15	17
ZR-P07	28	18	18	20	17	19	20	16	17	18	17	18
ZR-P08	28	17	16	18	19	17	16	16	16	21	16	17
ZR-P09	28	19	23	19	17	20	17	17	17	17	15	18
ZR-P10	28	17	17	19	16	19	15	18	17	17	19	17
ZR-P11	28	17	17	16	18	18	17	18	18	17	18	17
ZR-P12	28	17	17	16	19	19	17	16	17	19	17	17
ZR-P13	28	16	20	16	18	16	18	18	18	17	16	17
ZR-P14	28	16	15	17	15	14	16	19	19	17	16	16
ZR-P15	28	14	15	15	14	15	16	18	14	17	19	16

ZR-P16	28	15	15	15	15	19	17	20	20	17	18	17
ZR-P17	28	16	16	17	16	16	16	17	18	21	18	17
ZR-P18	28	16	16	16	18	17	19	18	18	20	16	17
ZR-P19	28	14	16	18	13	14	16	16	19	19	19	16
ZR-P20	28	15	15	17	15	14	14	14	16	18	17	16
ZR-P21	28	16	16	16	16	17	17	18	16	17	18	17
ZR-P22	28	16	18	16	17	18	18	16	16	16	18	17
ZR-P23	28	16	16	19	17	16	16	18	20	20	16	17
ZR-P24	28	18	18	16	16	15	15	18	17	17	17	17
ZR-P25	28	16	15	18	15	15	17	17	16	20	20	17
ZR-P26	28	17	16	17	16	15	15	17	18	15	17	16
ZR-P27	28	16	16	16	16	16	16	16	17	18	17	16
ZR-P28	28	19	15	15	16	19	15	15	17	16	19	17
ZR-P29	28	16	17	17	17	17	16	16	17	20	16	17
ZR-P30	28	16	16	17	18	16	16	16	17	16	17	17
ZR-P31	28	19	16	16	16	16	19	16	17	16	16	17
ZR-P32	28	16	18	20	16	16	16	16	16	19	19	17
ZR-P33	28	20	15	16	18	15	20	16	16	16	17	17
ZR-P34	28	16	16	15	17	16	18	16	17	20	17	17
ZR-P35	28	16	17	15	16	17	19	16	17	15	17	17
ZR-P36	28	15	19	16	15	16	16	17	17	15	16	16
ZR-P37	28	15	15	16	16	15	15	16	17	15	15	16
ZR-P38	28	17	15	14	17	17	16	14	17	16	14	16
ZR-P39	28	15	17	15	16	16	15	19	19	17	18	17
ZR-P40	28	16	16	17	15	15	17	17	18	17	18	17
ZR-P41	28	15	17	16	14	14	15	18	17	16	15	16
ZR-P42	28	16	15	17	15	15	16	18	15	15	17	16
ZR-P43	28	15	15	18	16	16	15	14	17	16	14	16
ZR-P44	28	17	17	18	16	16	16	18	17	15	17	17
ZR-P45	28	17	17	16	16	17	18	18	17	17	16	17
ZR-P46	28	18	15	17	19	18	16	16	14	19	15	17
ZR-P47	28	15	15	17	15	16	15	15	19	15	16	16

ZR-P48	28	15	16	19	16	14	17	16	17	18	19	17
ZR-P49	28	16	17	14	16	16	16	19	19	17	18	17
ZR-P50	28	15	19	16	15	16	16	18	17	15	16	16

Fuente: Propia.

Se presenta los rebotes obtenidos por cada probeta luego de realizar el ensayo esclerométrico a la edad de 28 días de curado para el concreto con agregado grueso zarandeado, los mismos que fueron procesados para obtener sus promedios y correlacionarlos a las resistencias que arrojen posteriormente.

4.4. Resistencias a la compresión

Tabla 11. Resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 7 días de curado

CONCRETO CON AGREGADO GRUESO CHANCHADO					
Código	Edad (días)	Diámetro prom. (cm)	Área de la sección (cm²)	Carga máxima (KN)	f'c (kg/cm²)
CH-P01	7	10.15	80.9	122.7	165
CH-P02	7	10.17	81.2	136.3	171
CH-P03	7	10.17	81.2	130.4	164
Promedio:					163

Fuente: Propia.

Se muestran los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a 7 días de curado, realizado a los especímenes de concreto, donde se consideró al material grueso chancado; cuyos valores fueron correlacionados a los índices de rebote obtenidos previamente para esta edad.

Tabla 12. Resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 28 días de curado

CONCRETO CON AGREGADO GRUESO CHANCHADO					
Código	Edad (días)	Diámetro prom. (cm)	Área de la sección (cm²)	Carga máxima (KN)	f'c (kg/cm²)
CH-P04	28	10.25	82.5	169.8	210
CH-P05	28	10.20	81.7	171.3	214
CH-P06	28	10.20	81.7	183.8	229
CH-P07	28	10.25	82.5	173.4	214
CH-P08	28	10.15	80.9	177.3	223
CH-P09	28	10.20	81.7	176.8	221
CH-P10	28	10.10	80.1	175.8	224
CH-P11	28	10.20	81.7	183.0	228
CH-P12	28	10.30	83.3	177.5	217
CH-P13	28	10.25	82.5	173.8	215
CH-P14	28	10.10	80.1	174.2	222
CH-P15	28	10.20	81.7	172.2	215
CH-P16	28	10.20	81.7	176.4	220
CH-P17	28	10.15	80.9	178.2	225
CH-P18	28	10.25	82.5	171.9	212
CH-P19	28	10.15	80.9	175.7	221
CH-P20	28	10.15	80.9	175.9	222
CH-P21	28	10.20	81.7	189.5	236
CH-P22	28	10.15	80.9	185.0	233
CH-P23	28	10.25	82.5	174.1	215
CH-P24	28	10.20	81.7	176.2	220
CH-P25	28	10.20	81.7	172.8	216
CH-P26	28	10.20	81.7	189.3	236
CH-P27	28	10.15	80.9	173.9	219
CH-P28	28	10.20	81.7	183.4	229
CH-P29	28	10.20	81.7	168.1	210

CH-P30	28	10.20	81.7	169.6	212
CH-P31	28	10.20	81.7	186.4	233
CH-P32	28	10.20	81.7	183.9	230
CH-P33	28	10.20	81.7	168.7	210
CH-P34	28	10.20	81.7	171.6	214
CH-P35	28	10.20	81.7	175.4	219
CH-P36	28	10.20	81.7	169.8	212
CH-P37	28	10.20	81.7	182.4	228
CH-P38	28	10.20	81.7	177.8	222
CH-P39	28	10.20	81.7	179.0	223
CH-P40	28	10.20	81.7	170.9	213
CH-P41	28	10.20	81.7	189.8	237
CH-P42	28	10.20	81.7	197.6	247
CH-P43	28	10.15	80.9	174.7	220
CH-P44	28	10.20	81.7	177.0	221
CH-P45	28	10.20	81.7	180.6	225
CH-P46	28	10.15	80.9	174.2	220
CH-P47	28	10.20	81.7	179.7	224
CH-P48	28	10.25	82.5	169.8	210
CH-P49	28	10.10	80.1	193.3	246
CH-P50	28	10.15	80.9	188.5	238
Promedio:					222

Fuente: Propia.

Se muestran los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a 28 días de curado, realizado a los especímenes de concreto, donde se consideró al material grueso chancado; cuyos valores fueron correlacionados a los índices de rebote obtenidos previamente para esta edad.

Tabla 13. Resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 7 días de curado

CONCRETO CON AGREGADO GRUESO ZARANDEADO					
Código	Edad (días)	Diámetro prom. (cm)	Área de la sección (cm²)	Carga máxima (KN)	f'c (kg/cm²)
ZR-P01	7	10.23	82.1	122.7	152
ZR-P02	7	10.22	82.0	122.4	152
ZR-P03	7	10.22	82.0	120.1	149
Promedio:					151

Fuente: Propia.

Se muestran los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a 7 días de curado, efectuado a los especímenes de concreto, donde se consideró al material grueso zarandeado; cuyos valores fueron correlacionados a los índices de rebote obtenidos previamente para esta edad.

Tabla 14. Resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 28 días de curado

CONCRETO CON AGREGADO GRUESO CHANCHADO					
Código	Edad (días)	Diámetro prom. (cm)	Área de la sección (cm²)	Carga máxima (KN)	f'c (kg/cm²)
ZR-P04	28	10.30	83.3		217
ZR-P05	28	10.30	83.3		214
ZR-P06	28	10.25	82.5		213
ZR-P07	28	10.28	83.0		220
ZR-P08	28	10.27	82.8		213
ZR-P09	28	10.24	82.4		221
ZR-P10	28	10.23	82.1		213
ZR-P11	28	10.19	81.6		215
ZR-P12	28	10.29	83.1		216
ZR-P13	28	10.24	82.3		215

ZR-P14	28	10.28	82.9		212
ZR-P15	28	10.23	82.2		212
ZR-P16	28	10.29	83.2		215
ZR-P17	28	10.22	82.0		214
ZR-P18	28	10.24	82.4		213
ZR-P19	28	10.29	83.1		212
ZR-P20	28	10.28	83.0		210
ZR-P21	28	10.18	81.4		215
ZR-P22	28	10.17	81.2		214
ZR-P23	28	10.21	81.8		216
ZR-P24	28	10.24	82.4		217
ZR-P25	28	10.22	82.0		213
ZR-P26	28	10.18	81.4		212
ZR-P27	28	10.18	81.4		212
ZR-P28	28	10.33	83.7		216
ZR-P29	28	10.17	81.2		214
ZR-P30	28	10.27	82.8		216
ZR-P31	28	10.15	80.9		213
ZR-P32	28	10.26	82.6		213
ZR-P33	28	10.21	81.9		213
ZR-P34	28	10.21	81.8		216
ZR-P35	28	10.20	81.6		213
ZR-P36	28	10.18	81.4		212
ZR-P37	28	10.18	81.3		210
ZR-P38	28	10.20	81.6		211
ZR-P39	28	10.21	81.8		216
ZR-P40	28	10.22	82.0		214
ZR-P41	28	10.17	81.2		211
ZR-P42	28	10.18	81.3		212
ZR-P43	28	10.17	81.2		212
ZR-P44	28	10.23	82.2		214
ZR-P45	28	10.28	82.9		215

ZR-P46	28	10.14	80.7		213
ZR-P47	28	10.24	82.4		211
ZR-P48	28	10.17	81.2		215
ZR-P49	28	10.18	81.4		213
ZR-P50	28	10.18	81.3		211
Promedio:					214

Fuente: Propia.

Se indican los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a 28 días de curado, efectuado a los especímenes de concreto, donde se consideró al material grueso zarandeado; cuyos valores fueron correlacionados a los índices de rebote obtenidos previamente para esta edad.

4.5. Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión

Tabla 15. *Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 7 días de curado.*

Código	Edad (días)	f'c (kg/cm²)	IR
CH-P01	7	165	12
CH-P02	7	171	14
CH-P03	7	164	11

Fuente: Propia.

Se muestran los valores de índice de rebote y resistencia a la compresión de cada probeta evaluada a la edad de 7 días de curado para el concreto con material grueso chancado, a partir de los cuales se generarán las correlaciones de tipo lineal y exponencial para que una se encuentre en función de la otra.

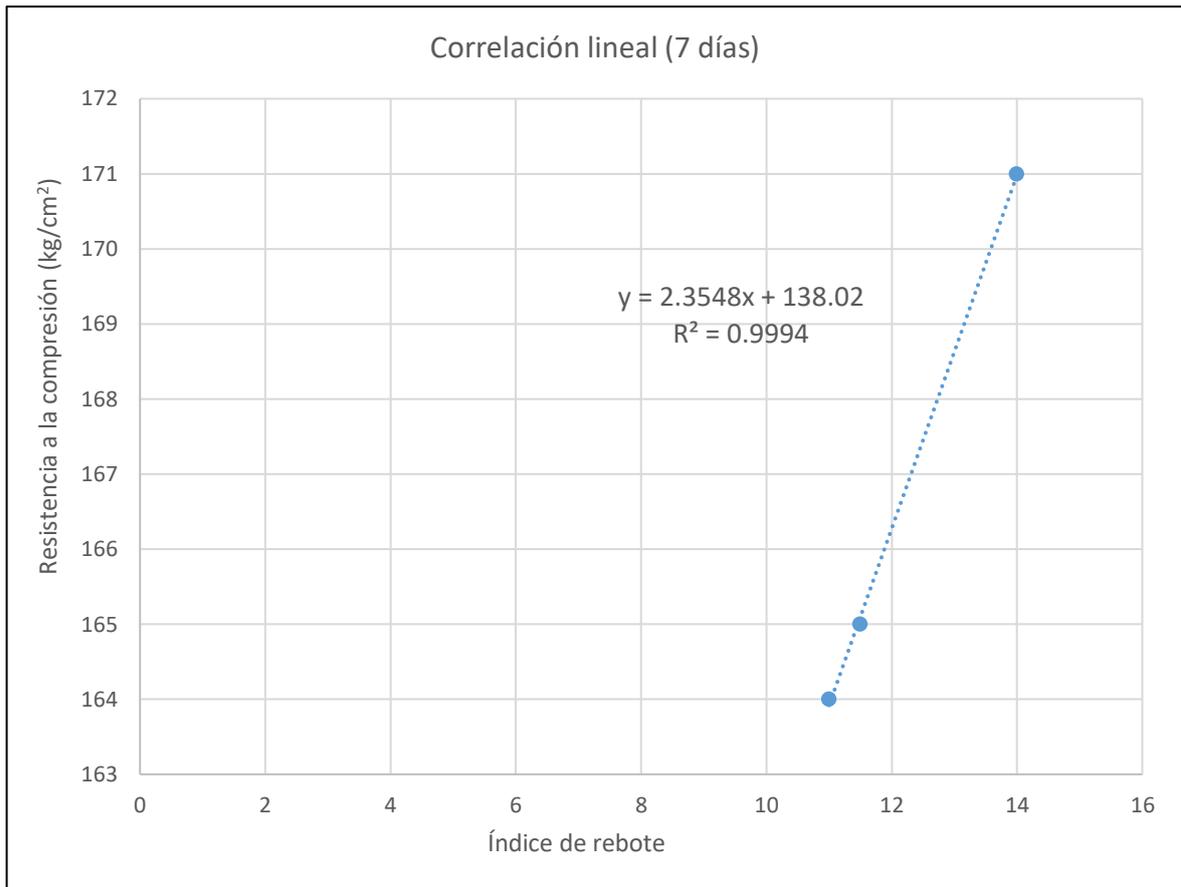


Figura 2. Correlación lineal de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 7 días de curado.

Se indica la correlación del tipo lineal originada con los valores de índices de rebote y resistencia a la compresión luego de ensayar especímenes cilíndricos de concreto con material grueso chancado a la edad de 7 días, observando un valor de confiabilidad R^2 de 99%; además, “y” significa el valor de f'_c , mientras que “x” el valor del índice de rebote; resultando la siguiente ecuación: $y = 2.3548 \cdot x + 138.02$.

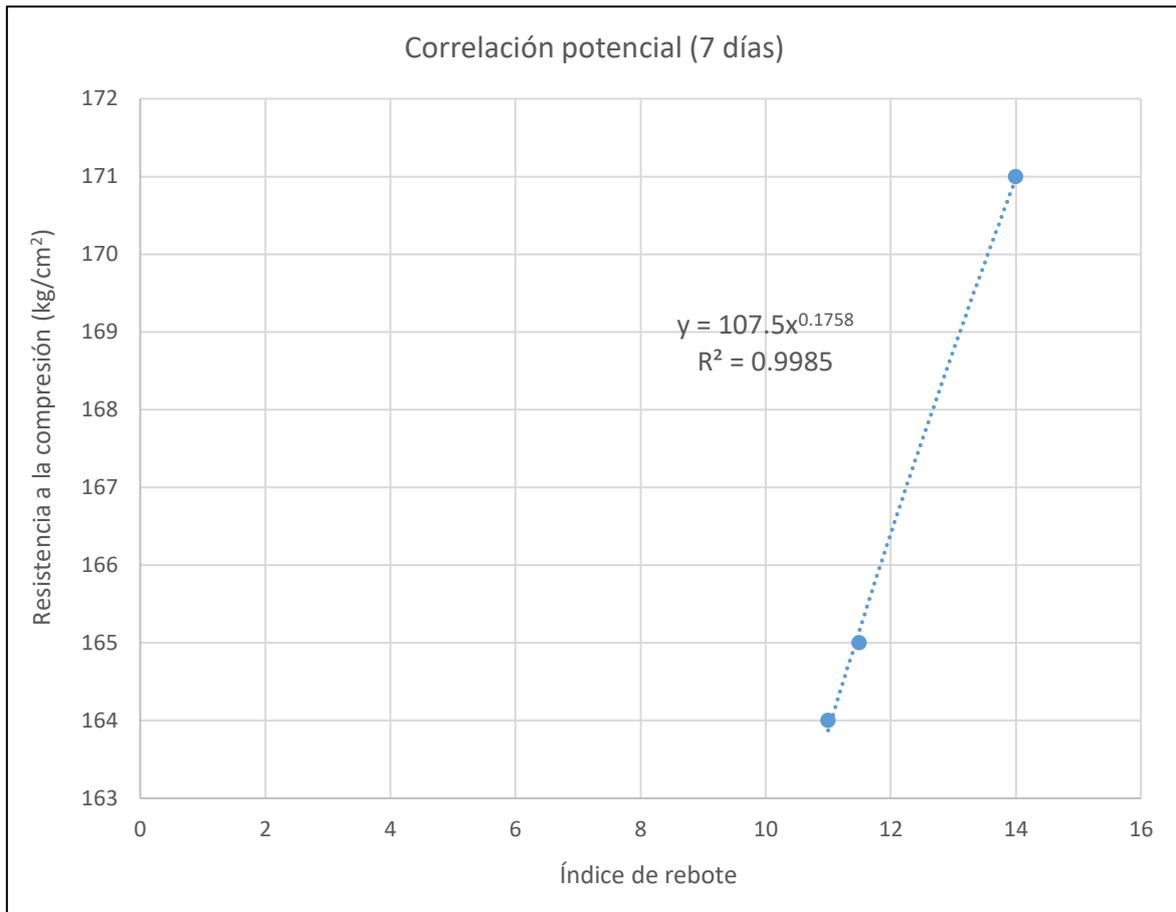


Figura 3. Correlación potencial de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 7 días de curado.

Se indica la correlación del tipo potencial originada con los valores de índices de rebote y resistencia a la compresión luego de ensayar especímenes cilíndricos de concreto con material grueso chancado a la edad de 7 días, observando un valor de confiabilidad R^2 de 99%; además, “y” significa el valor de $f'c$, mientras que “x” el valor del índice de rebote; resultando la siguiente ecuación: $y = 107.5 * x^{0.1758}$.

Tabla 16. *Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 28 días de curado.*

Código	Edad (días)	f'c (kg/cm2)	IR
CH-P04	28	210	20
CH-P05	28	214	21
CH-P06	28	229	23
CH-P07	28	214	21
CH-P08	28	223	22
CH-P09	28	221	22
CH-P10	28	224	22
CH-P11	28	228	23
CH-P12	28	217	21
CH-P13	28	215	21
CH-P14	28	222	22
CH-P15	28	215	21
CH-P16	28	220	22
CH-P17	28	225	22
CH-P18	28	212	20
CH-P19	28	221	22
CH-P20	28	222	22
CH-P21	28	236	24
CH-P22	28	233	24
CH-P23	28	215	21
CH-P24	28	220	22
CH-P25	28	216	21
CH-P26	28	236	24
CH-P27	28	219	21
CH-P28	28	229	23
CH-P29	28	210	20
CH-P30	28	212	20
CH-P31	28	233	24

CH-P32	28	230	23
CH-P33	28	210	20
CH-P34	28	214	21
CH-P35	28	219	21
CH-P36	28	212	20
CH-P37	28	228	23
CH-P38	28	222	22
CH-P39	28	223	22
CH-P40	28	213	21
CH-P41	28	237	24
CH-P42	28	247	26
CH-P43	28	220	22
CH-P44	28	221	22
CH-P45	28	225	22
CH-P46	28	220	22
CH-P47	28	224	22
CH-P48	28	210	20
CH-P49	28	246	26
CH-P50	28	238	24

Fuente: Propia.

Se muestran los valores de índice de rebote y resistencia a la compresión de cada probeta evaluada a la edad de 28 días de curado para el concreto con material grueso chancado, a partir de los cuales se generarán las correlaciones de tipo lineal y exponencial para que una se encuentre en función de la otra.

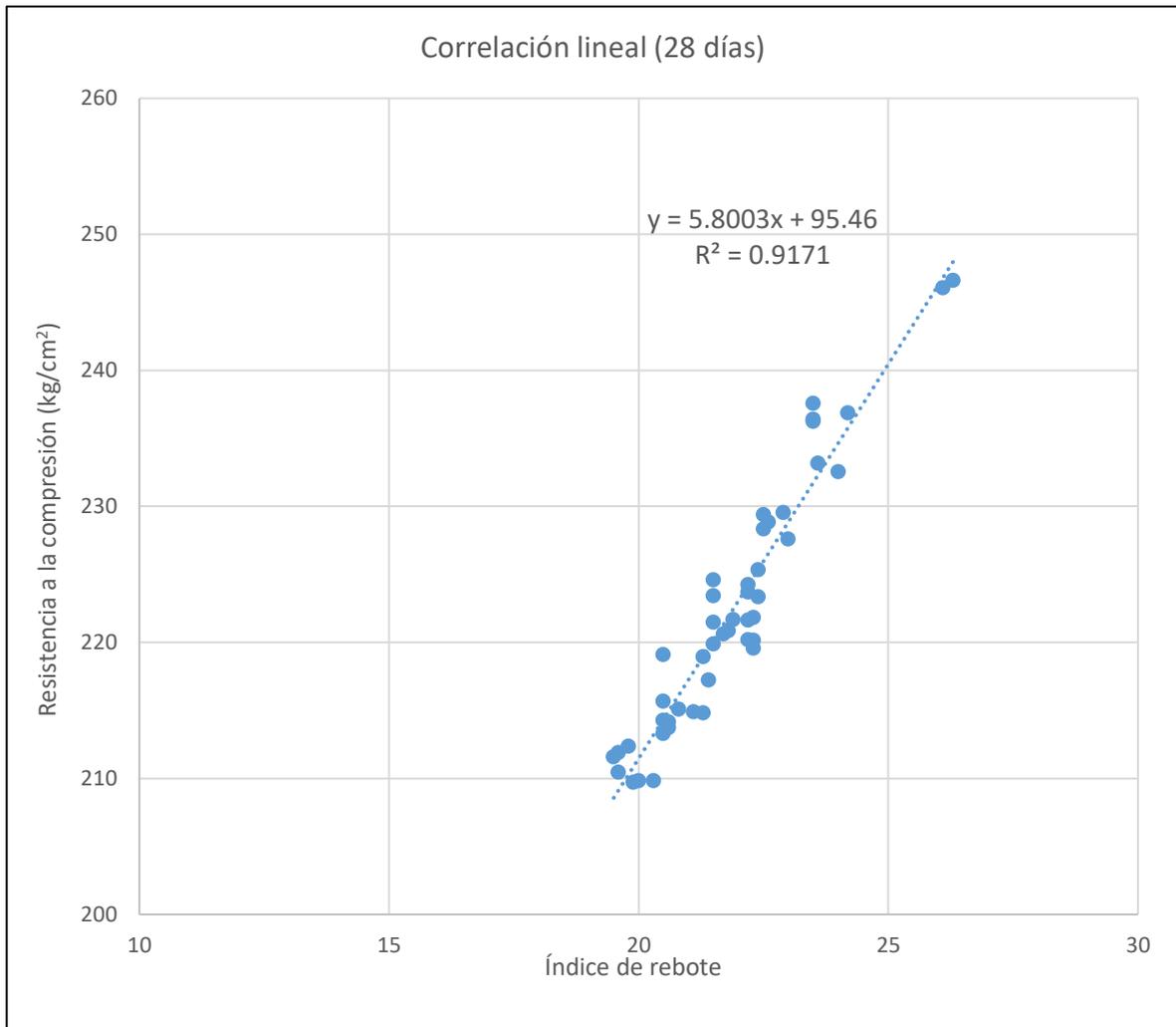


Figura 4. Correlación lineal de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 28 días de curado.

Se indica la correlación del tipo lineal originada con los valores de índices de rebote y resistencia a la compresión luego de ensayar especímenes cilíndricos de concreto con material grueso chancado a la edad de 28 días, observando un valor de confiabilidad R^2 de 92%; además, “y” significa el valor de $f'c$, mientras que “x” el valor del índice de rebote; resultando la siguiente ecuación: $y = 5.8003 \cdot x + 95.46$.

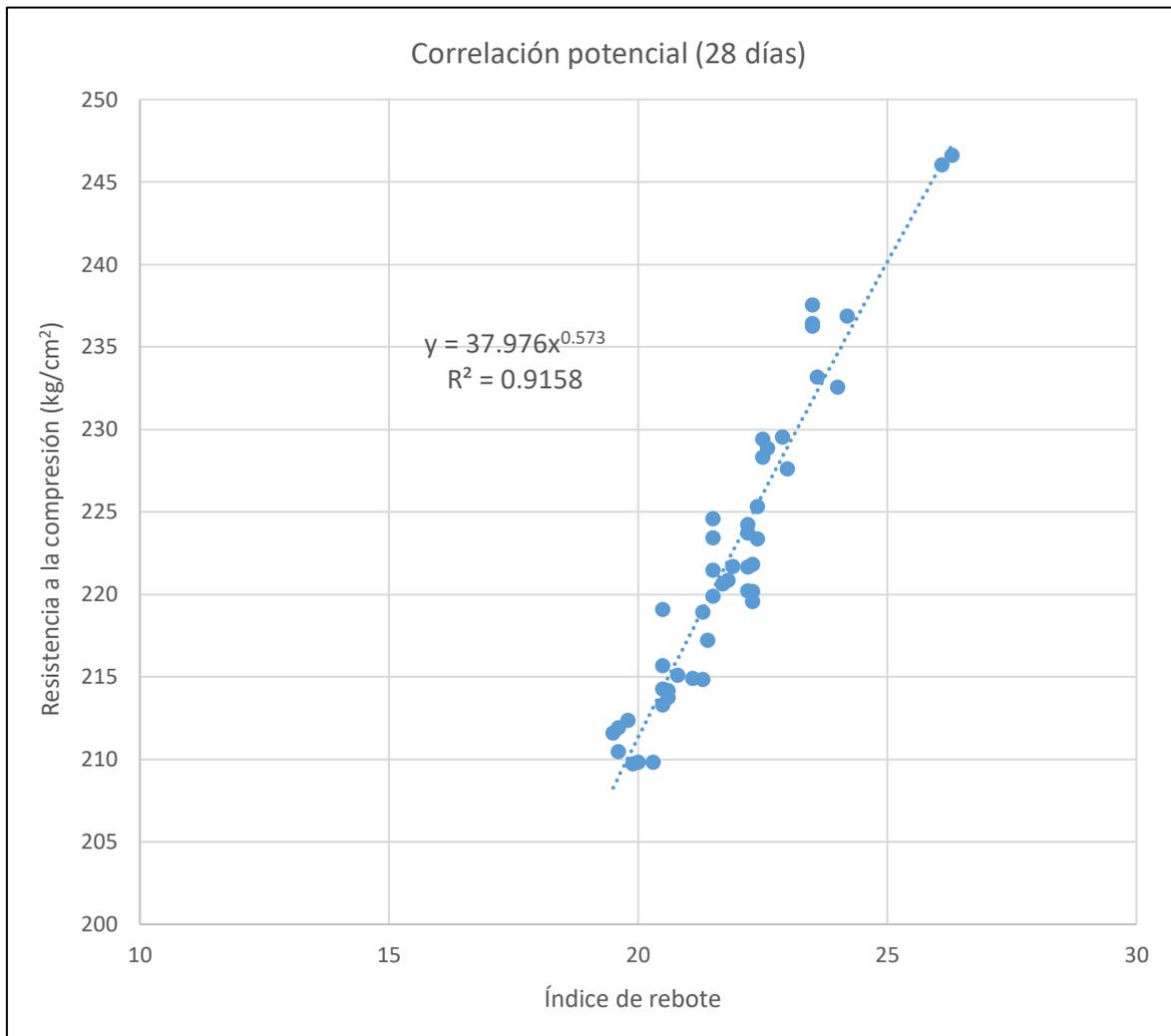


Figura 5. Correlación potencial de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada a 28 días de curado.

Se indica la correlación del tipo potencial originada con los valores de índices de rebote y resistencia a la compresión luego de ensayar especímenes cilíndricos de concreto con material grueso chancado a la edad de 28 días, observando un valor de confiabilidad R^2 de 92%; además, “y” significa el valor de $f'c$, mientras que “x” el valor del índice de rebote; resultando la siguiente ecuación: $y = 37.976 * x^{0.573}$.

Tabla 17. Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 7 días de curado.

Código	Edad (días)	f'c (kg/cm2)	IR
ZR-P01	7	152	9
ZR-P02	7	152	9
ZR-P03	7	149	9

Fuente: Propia.

Se muestran los valores de índice de rebote y resistencia a la compresión de cada probeta evaluada a la edad de 7 días de curado para el concreto con agregado grueso zarandeado, a partir de los cuales se generarán las correlaciones de tipo lineal y exponencial para que una se encuentre en función de la otra.

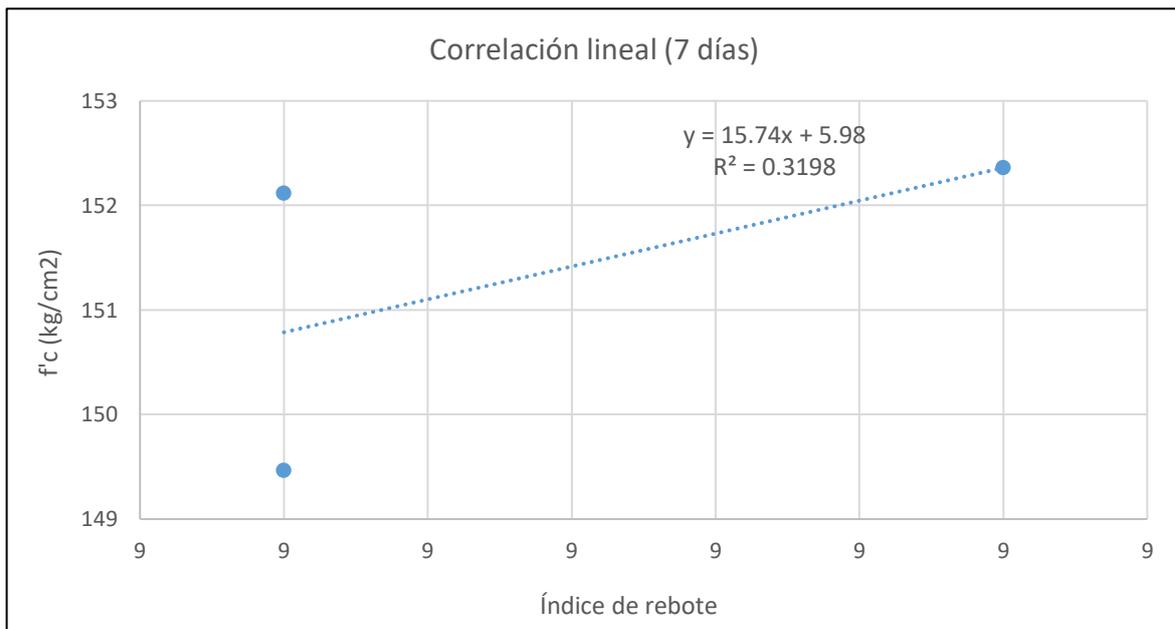


Figura 6. Correlación lineal de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 7 días de curado.

Se indica la correlación de tipo lineal originada con los valores de índices de rebote y resistencia a la compresión luego de ensayar especímenes cilíndricos de concreto con agregado grueso zarandeado a la edad de 7 días, observando un valor de confiabilidad R^2 de 32%; además, “y” significa el valor de f'c, mientras que “x” el valor del índice de rebote; resultando la siguiente ecuación: $y = 15.74 \cdot x + 5.98$.

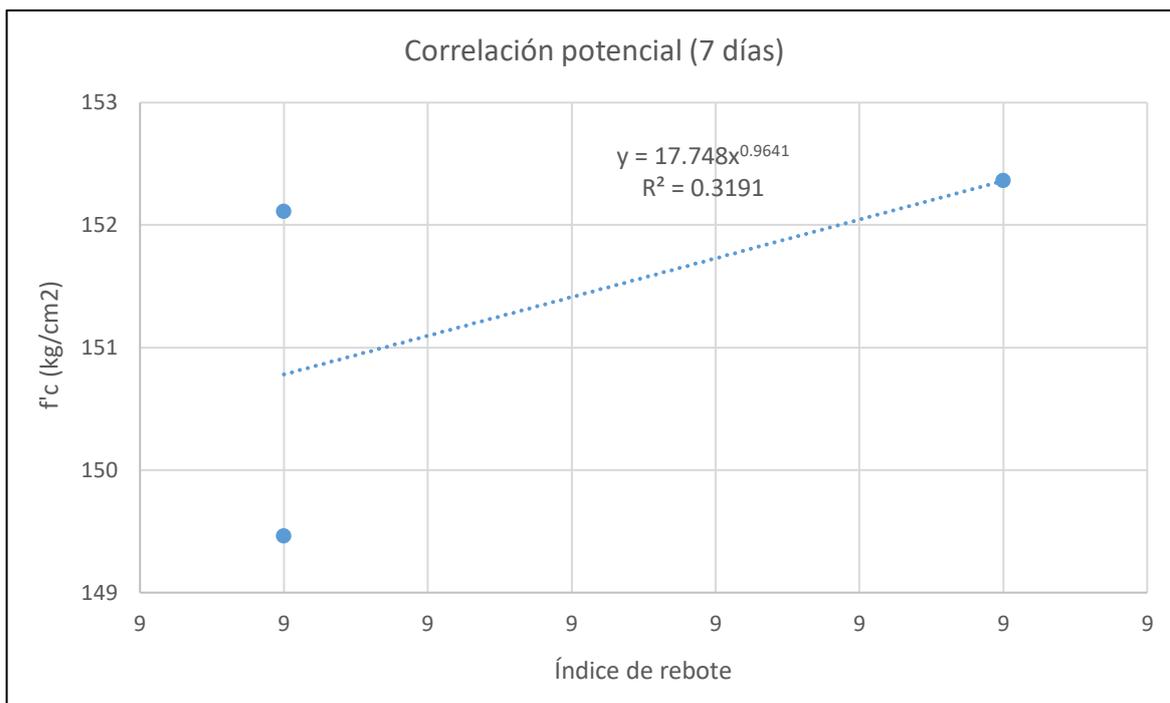


Figura 7. Correlación potencial de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 7 días de curado.

Se indica la correlación de tipo potencial originada con los valores de índices de rebote y resistencia a la compresión luego de ensayar especímenes cilíndricos de concreto con agregado grueso zarandeado a la edad de 7 días, observando un valor de confiabilidad R^2 de 32%; además, “y” significa el valor de $f'c$, mientras que “x” el valor del índice de rebote; resultando la siguiente ecuación: $y=17.748*x^{0.9641}$.

Tabla 18. Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 28 días de curado.

Código	Edad (días)	f'c (kg/cm2)	IR
CH-P04	28	210	20
CH-P05	28	214	21
CH-P06	28	229	23
CH-P07	28	214	21
CH-P08	28	223	22
CH-P09	28	221	22

CH-P10	28	224	22
CH-P11	28	228	23
CH-P12	28	217	21
CH-P13	28	215	21
CH-P14	28	222	22
CH-P15	28	215	21
CH-P16	28	220	22
CH-P17	28	225	22
CH-P18	28	212	20
CH-P19	28	221	22
CH-P20	28	222	22
CH-P21	28	236	24
CH-P22	28	233	24
CH-P23	28	215	21
CH-P24	28	220	22
CH-P25	28	216	21
CH-P26	28	236	24
CH-P27	28	219	21
CH-P28	28	229	23
CH-P29	28	210	20
CH-P30	28	212	20
CH-P31	28	233	24
CH-P32	28	230	23
CH-P33	28	210	20
CH-P34	28	214	21
CH-P35	28	219	21
CH-P36	28	212	20
CH-P37	28	228	23
CH-P38	28	222	22
CH-P39	28	223	22
CH-P40	28	213	21
CH-P41	28	237	24

CH-P42	28	247	26
CH-P43	28	220	22
CH-P44	28	221	22
CH-P45	28	225	22
CH-P46	28	220	22
CH-P47	28	224	22
CH-P48	28	210	20
CH-P49	28	246	26
CH-P50	28	238	24

Fuente: Propia.

Se muestran los valores de índice de rebote y resistencia a la compresión de cada probeta evaluada a la edad de 28 días de curado para el concreto con material grueso zarandeado, a partir de los cuales se generarán las correlaciones de tipo lineal y exponencial para que una se encuentre en función de la otra.

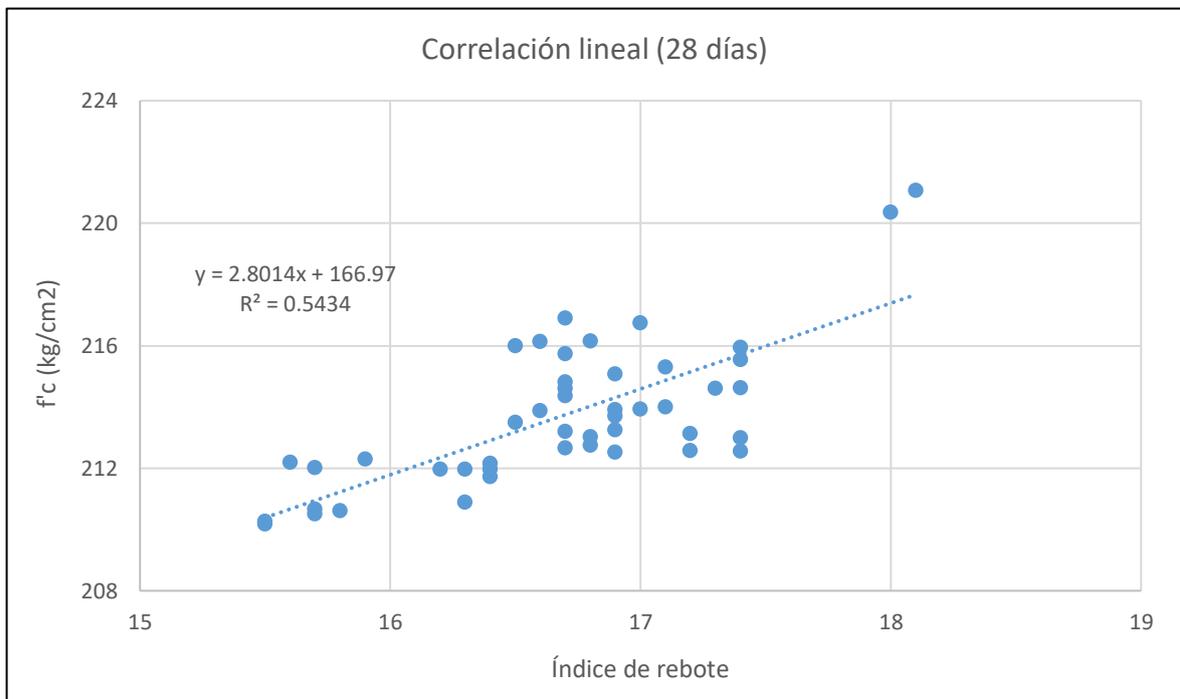


Figura 8. Correlación lineal de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 28 días de curado.

Se indica la correlación de tipo lineal originada con los valores de índices de rebote y resistencia a la compresión luego de ensayar especímenes cilíndricos de concreto con material grueso zarandeado a la edad de 28 días, observando un valor de confiabilidad R^2 de 54%; además, “y” significa el valor de $f'c$, mientras que “x” el valor del índice de rebote; resultando la siguiente ecuación: $y=2.8014*x+166.97$.

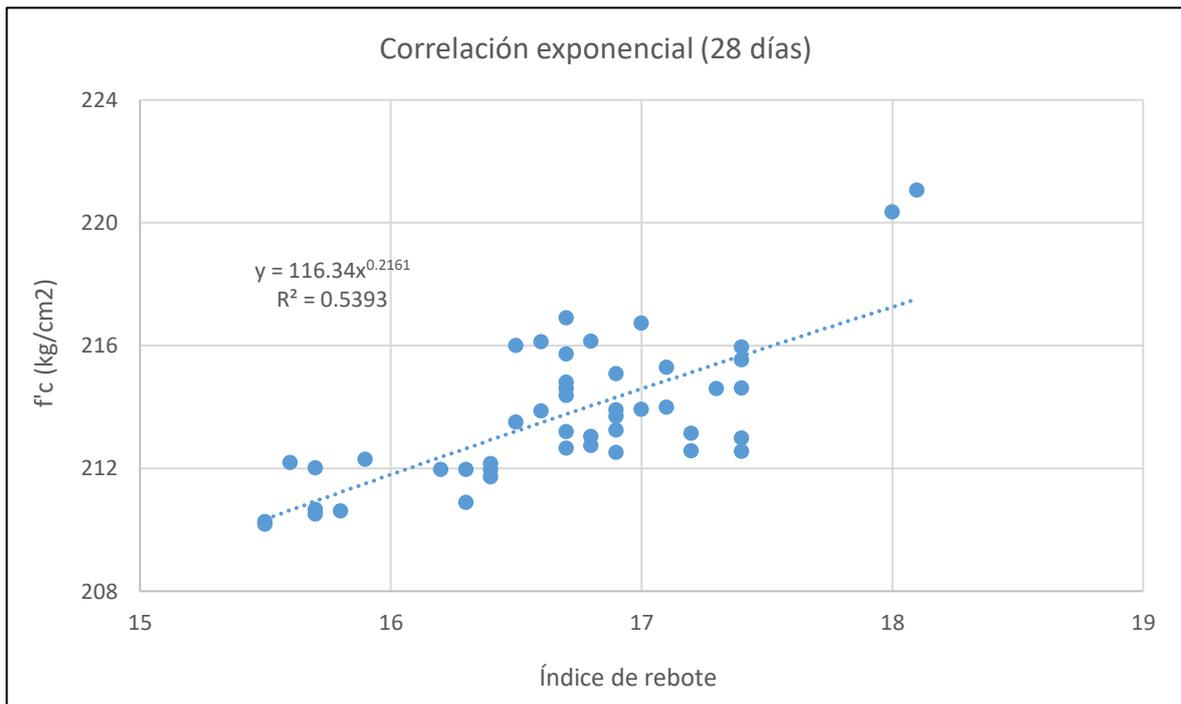


Figura 9. Correlación lineal de los IR y resistencia a la compresión del concreto con piedra zarandeada a 28 días de curado.

Se indica la correlación de tipo potencial originada con los valores de índices de rebote y resistencia a la compresión luego de ensayar especímenes cilíndricos de concreto con material grueso zarandeado a la edad de 28 días, observando un valor de confiabilidad R^2 de 54%; además, “y” significa el valor de $f'c$, mientras que “x” el valor del índice de rebote; resultando la siguiente ecuación: $y=116.34*x^{0.2161}$.

4.6. Prueba de hipótesis

Tabla 19. *Correlación de Pearson para los resultados del concreto con agregado grueso chancado.*

LEYENDA		IR	f'c
IR	Correlación de Pearson	1	,992
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	50	50
f'c	Correlación de Pearson	,992	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	50	50

Fuente: Propia.

Se presenta la correlación de Pearson realizada a variables numéricas del concreto con agregado grueso chancado, evidenciando que presenta un índice de correlación de 0,992 y la significancia resulta menor al 1%, lo que quiere decir que son altamente significativos. Por todo lo mencionado, se desestima la hipótesis nula para aceptar la hipótesis variable planteada por el investigador. Asimismo, debido a que el índice de correlación arrojado de 0,992 se encuentra entre 0.80 y 1.00; se dice que existe muy buena correlación.

Tabla 20. *Correlación de Pearson para los resultados del concreto con agregado grueso zarandeado.*

LEYENDA		IR	f'c
IR	Correlación de Pearson	1	,986
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	50	50
f'c	Correlación de Pearson	,986	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	50	50

Fuente: Propia.

Se presenta la correlación de Pearson realizada a variables numéricas del concreto con agregado grueso zarandeado, evidenciando que presenta un

índice de correlación de 0,986 y la significancia resulta menor al 1%, lo que quiere decir que son altamente significativos. Por todo lo mencionado, se desestima la hipótesis nula para aceptar la hipótesis variable planteada por el investigador. Asimismo, debido a que el índice de correlación arrojado de 0,986 se encuentra entre 0.80 y 1.00; se dice que existe muy buena correlación.

V. DISCUSIÓN

Esta investigación se ejecutó experimentalmente en la ciudad de Trujillo, teniendo como ambiente de trabajo las instalaciones del laboratorio Tecnología en Ensayo de Materiales, dando inicio a las actividades con la caracterización de los agregados, los mismos que fueron arena, piedra chancada y piedra zarandeada. Para el caso de la arena, se realizó el ensayo de análisis granulométrico por tamizado según la NTP.400.012, con el cual se pudo calcular el valor de módulo de finura de 2.76, estando dentro de los 2.3 a 3.1 que la NTP.400.037 establece para una arena gruesa; asimismo, la mayor parte de su curva granulométrica se ajusta a los límites mínimos y máximos permitidos. En cuanto al contenido de humedad, tras poner en práctica los pasos de la NTP.339.185, se obtuvo un resultado promedio de 0.8%, el cual carece de límites o rango de aceptación para su consideración. Por otra parte, también se ejecutaron el peso unitario suelto y peso unitario compactado bajo las indicaciones encontradas en la NTP.400.017; cuyos valores obtenidos ascienden a 1690kg/m³ y 1899kg/m³ respectivamente. Finalmente, para la arena gruesa, se desarrolló el peso específico y la absorción según lo detallado en la NTP.400.022, adquiriendo valores de 2.46kg/m³ y 2.2% para cada propiedad enumerada. Los mismos ensayos fueron puestos en práctica para el agregado grueso chancado, teniendo en primera instancia al análisis granulométrico que arrojó como TMN al tamiz de ¾", pues fue la primera malla donde se quedó retenido parte del material; asimismo, la curva granulométrica formada a partir de los porcentajes pasantes, evidencia que se trata de un agregado grueso de Huso67 pues se encuentra dentro de los mínimos y

máximos propuestos para ese Huso. En cuanto al contenido de humedad, se obtuvo un resultado promedio de 0.5%, el cual carece de límites o rango de aceptación para su consideración. Por otra parte, también se ejecutaron el peso unitario suelto y peso unitario compactado; cuyos valores obtenidos ascienden a 1359kg/m³ y 1562kg/m³ respectivamente. Finalmente, para la piedra chancada se desarrolló el peso específico y la absorción según la NTP.400.021, adquiriendo valores de 2.46kg/m³ y 2.0% para cada propiedad enumerada. El último agregado a evaluar también fue piedra, sin embargo, de procedencia natural, es decir, piedra zarandeada para la cual nuevamente se partió por el análisis granulométrico que arrojó como TMN al tamiz de ¾", pues fue la primera malla donde se quedó retenido parte del material; asimismo, la curva granulométrica formada a partir de los porcentajes pasantes, evidencia que se trata de un agregado grueso de Huso67 pues se encuentra dentro de los mínimos y máximos propuestos para ese Huso. En cuanto al contenido de humedad, se obtuvo un resultado promedio de 0.8%, el cual carece de límites o rango de aceptación para su consideración. Por otra parte, también se ejecutaron el peso unitario suelto y peso unitario compactado; cuyos valores obtenidos ascienden a 1621kg/m³ y 1835kg/m³ respectivamente. Finalmente, para la piedra zarandeada se desarrolló el peso específico y la absorción, adquiriendo valores de 2.49kg/m³ y 1.70% para cada propiedad enumerada. Gracias a las características halladas de cada tipo de agregado se realizaron los dos diseños de mezcla, uno considerando agregado grueso chancado y el otro considerando agregado grueso zarandeado; ambos bajo la metodología ACI 211.1 para concretos convencionales cuyo f'c de diseño fue de 210kg/cm² y una consistencia de 4" ± 1"; donde, se llegaron a obtener los pesos húmedos de cada material a emplear por cada metro cúbico de concreto; sin embargo, dichas cantidades se redujeron proporcionalmente para tandas de 47 litros, cumpliendo de esa forma los 28L mínimos que se permiten para la obtención de muestras representativas. Teniendo las cantidades exactas de los materiales por cada diseño, se prepararon los concretos para confeccionar los especímenes cilíndricos considerados de 4" de diámetro con 8" de longitud; haciendo un total de 100 repartidos equitativamente entre el concreto con agregado grueso chancado y zarandeado para ser ensayados a dos edades de

curado; 3 probetas a 7 días y 47 a 28 días. Cuando se cumplieron las edades de curado consideradas, los especímenes fueron sacados de la poza de curado y se dibujaron mallas de separación entre líneas de 1" en las caras superiores, donde con ayuda del esclerómetro se tomaron un mínimo de 10 lecturas antes de ser sometidos al ensayo de resistencia a la compresión. Una vez realizados ambos ensayos se tuvieron dos datos, una indicando el índice de rebote de cada probeta y otra indicando su valor de resistencia arrojado; por lo que con ambos resultados se establecieron correlaciones con dos tipos de expresiones, una lineal y otra potencial. Como último paso, se analizaron estadísticamente las correlaciones en el software SPSS a través de la prueba de correlación de Pearson, la misma que es aplicada solo a variables numéricas, evidenciando para ambos concretos que se debe desestimar la hipótesis nula y aceptarse la hipótesis variable planteada al inicio de la investigación. Asimismo, debido a que los índices de correlación arrojados se encuentran entre 0.80 y 1.00; se dice que estadísticamente existe muy buena correlación.

En la presente tesis se propuso de objetivo principal determinar la correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado; considerando algunos estudios previos realizados a nivel internacional y nacional, siendo el primero el desarrollado por Jedidi en el año 2020, quién llegó a concluir que el martillo de rebote puede ser considerado como un buen método alternativo a la tradicional resistencia a la compresión para estimar de manera rápida las características de un elemento in situ; o de mucha utilidad en casos de renovación donde la extracción de núcleos de concreto resulta complicada por posibles daños estructurales o inestabilidad; para lo cual se comparte, ya que al obtener una ecuación confiable en la que la resistencia está en base al índice de rebote y los elementos fueron vaciados con el mismo concreto, es una buena fuente de estimación rápida para conocer la resistencia, sin embargo debe quedar claro que como toda estimación existe un grado de error.

Otro antecedente considerado fue el de Torres y Ojeda realizado en el 2020, quienes concluyen que las correlaciones que encontraron son viables y pueden ser empleadas para estimar la resistencia de un concreto simple de manera que se eviten ensayos destructivos, pero teniendo en cuenta que el diseño de mezcla y el martillo de rebote utilizado en obra debe ser el mismo que el usado en laboratorio; siendo lo mismo que se concluye en la presente tesis, pues si las correlaciones se establecen con un tipo de concreto pero los elementos de vacían con otro, de ninguna manera se pueden aplicar las expresiones para estimar los valores de resistencia.

Como siguiente antecedente que se tomó en cuenta se tiene al estudio de Neira y Palacios del 2019, quienes comentan que los ensayos no invasivos permiten estimar la resistencia del concreto y delimitar zonas de baja calidad sin afectar la integridad de los elementos, por ello es que se emplea en estructuras existentes; y desde nuestra perspectiva se comparte lo mencionado, pues la razón de aplicar este tipo de expresiones donde una variable se encuentra en función de otra es para evitar la invasión en elementos estructurales, de manera que se agilicen los procesos constructivos.

Otro antecedente que se tiene es la investigación ejecutada por Hernández, Orozco, Almanza y Ramírez en el año 2017, quienes indican claramente que las correlaciones son un método que permite estimar óptimamente la resistencia en componentes confeccionados con concreto, pudiendo también monitorearlos en cualquier momento y a bajo costo; es por ello que en la presente tesis se consideraron dos edades de curado, una de 7 y otra de 28 días, de manera que se pueda estimar la resistencia de un elemento no solo a edades finales.

También se consideró el estudio de Badilla realizado en el año 2014, quienes concluyeron que las técnicas no destructivas resultan eficaces e incluso económicas para la inspección general de diversos elementos de concreto armado donde se busca encontrar regiones vulnerables para una posterior invasión de ser necesaria; además, se puede proporcionar información

considerada como cierta y segura del estado actual de las estructuras; siendo una idea que la presente tesis apoya, pues de eso se trata la estimación de resistencias, ya que si por correlación se arroja un valor por debajo de lo esperado, se tendría que intervenir el elemento para conocer la resistencia real, y de confirmarse la baja resistencia, actuar para contrarrestar tal problema.

A nivel nacional también se consideraron antecedentes como el estudio de Villegas en el año 2021, quien, dentro de sus tantas conclusiones resalta la que indica que existen factores que afectan las correlaciones que se determinan, tales como la humedad, la edad, el TMN y tipo de piedra, la rel a/c, etc.; por lo que en la presente investigación comparte el hallazgo, pues para el concreto que se realizó con piedra chancada, la confiabilidad resultó muy alta; sin embargo, para el concreto con piedra zarandeada, la confiabilidad bajó considerablemente.

Un conjunto de antecedentes nos confirma que pudieron establecer correlaciones de diferentes tipos, como lineales, exponenciales, potenciales, etc; entre ellas se tiene las investigaciones de Avilés en el 2021, Borja en el 2021, García y Rodríguez en el mismo año,; precisando que son métodos únicamente de estimación, más no de determinación, por lo que no debería usarse como reemplazo total para ensayos de compresión; y, al igual que ellos, en la presente tesis se establecieron correlaciones de tipo lineal y potencial, pudiendo haber establecido otros tipos más, sin embargo queda a decisión del operador definir un tipo de expresión que le genere la mayor confianza.

Finalmente, a nivel local también se encontraron estudios que aportan a la presente tesis, como el de Almonacid y Guzmán en el 2021, quienes concluyeron que es posible el establecimiento de correlaciones mediante la resistencia a la compresión y el índice de rebotes; además señalan que consiguieron determinar una de tipo lineal con una confiabilidad del 99%; y por otro lado, una de tipo potencial con una confiabilidad de 99%; habiendo encontrado por nuestra parte el mismo tipo de correlaciones pero con la confiabilidad ligeramente por debajo en comparación a la de ellos para el caso

del concreto con piedra chancada; sin embargo, con piedra zarandeada la confiabilidad cayó considerablemente.

Se resalta en el estudio de Siancas en el 2020 como conclusión que las pruebas no destructivas presentan una notoria correlación lineal positiva, sin embargo indican que tienen ventajas y desventajas, debido a que consienten conocer la homogeneidad y estimar parámetros de control sin dañar el concreto, por otro lado señalan que proporcionan datos imprecisos sobre el estado de la variable evaluada, por lo que se concluye que este método de prueba no es un indicador adecuado como base de aceptación o desestimación del concreto

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la correlación entre el índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso chancado y agregado grueso zarandeado; consiguiendo dos expresiones, una de tipo lineal y una de tipo potencial donde las del concreto chancado obtuvieron mayor confiabilidad y los valores de resistencia fueron más altos.
- Se lograron determinar las características de los agregados, cuyos valores fueron indispensables en la realización de los diseños de mezcla por el método ACI 211.1 para concretos convencionales elaborados con material grueso chancado y zarandeado de $f'c$ 210kg/cm².
- Se consiguió determinar los índices de rebote obtenidos luego de realizar un mínimo permitido de 10 lecturas en todas las probetas elaboradas antes de su ensayo a compresión.
- Se consiguió determinar la resistencia a la compresión de los concretos a través del método de rotura de probetas, encontrando que los elaborados con piedra chancada arrojaron valores por encima de los elaborados con piedra zarandeada para las edades de curado consideradas de 7 y 28 días.

- Se logró determinar la correlación entre la resistencia a la compresión y el índice de rebote de los dos tipos de concreto considerados, donde, el elaborado con piedra chancada obtuvo las siguientes expresiones $f'c=5.8003*IR+95.46$ y $f'c=37.976*IR^{0.753}$ siendo de tipo lineal y exponencial respectivamente; asimismo, el elaborado con piedra zarandeada también obtuvo sus respectivas expresiones, la lineal $f'c=2.8014*IR+166.97$, así como la potencial $f'c=116.34*IR^{0.2161}$.
- Se consiguió llevar a cabo la prueba de hipótesis, llegando a determinar estadísticamente que existe muy buena correlación mediante ambas variables independientes, ello preciso a que los índices de correlación arrojados por la prueba Pearson oscilan entre 0.80 y 1.00.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a toda persona vinculada en el sector de la construcción al uso de agregado grueso chancado, pues se comprobó que arroja mejores valores de resistencia a la compresión que el zarandeado.
- Se recomienda tomar más de 10 lecturas con el esclerómetro, para que, si algún valor se encontrara fuera de rango, pueda ser reemplazado por otro que se ajuste; asimismo, se recomienda tener cuidado con la posición de dicho equipo y el criterio a la hora de realizar los ensayos, pues las malas prácticas podrían arrojar valores ineficientes.
- Se recomienda al uso de expresiones matemáticas entre ensayos destructivos y no destructivos del concreto, de esa manera se podrá tener una estimación rápida de su resistencia siempre que se compruebe estadísticamente que ambas variables se correlacionan.

- Se recomienda usar las correlaciones solo como un método de estimación rápida y no como sustitución completa de algún ensayo destructivo para comprender la resistencia real de un elemento de concreto; teniendo en cuenta que para que el método sea eficiente, el elemento a analizar debió ser vaciado con el mismo tipo de concreto con el que se establecieron las expresiones matemáticas.
- Se aconseja a los estudiantes en general a continuar investigando, pues solo de esa forma se podrá conocer más respecto a la unidad de estudio en cuanto a su comportamiento, patologías, y todo con lo que guarde relación; dejando antecedentes a futuros estudios y dando apertura a nuevas líneas de investigación.

REFERENCIAS

Agudelo, Gabriel; Aigner, Miguel y Ruiz, Jaime. *Diseños de investigación experimental y no-experimental.* Colombia: Universidad de Antioquia, 2008.

Almonacid, Michael y Guzmán, Joel. *Determinación de la correlación de resistencia a la compresión mediante el método de madurez e índice de rebote en concretos convencionales, Trujillo.* Perú: Universidad César Vallejo, 2021.

ASTM C805. *Standard test method for rebound number of hardened concrete.* United States, 2008.

Avilés, José. *Correlación y grado de confiabilidad de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con métodos destructivos y no destructivos en Castrovirreyna 2021.* Perú: Universidad César Vallejo, 2021.

Badilla, Valeria. *Correlación de diferentes métodos de detección no destructivos de anomalías en el hormigón.* España: Universidad Politécnica de Catalunya, 2014.

Borja, Manuel. *Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque – Perú.* En Revista *Tecno Humanismo*, Vol. 1(10), pp. 1-15, 2021.

Builes, Robinson y Pardo Magda. *Correlación entre las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresión y esclerometría en cilindros de concreto normal y modificados con fibra sintética y fibra de acero.* Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2016.

Bustamante, Diego y Díaz, Clara. *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado.* Perú: Universidad Nacional de San Agustín, 2014.

Delgado, Ronal y Arévalo, Sergio. *Determinación de la resistencia a la compresión y el índice de rebote por medio de ensayos destructivos y no destructivos en Tarapoto.* Perú: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, 2020.

Díaz, Lidia. *La Observación.* México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2011.

Domingo, Luis. *Estimación de la resistencia del hormigón mediante ensayos no destructivos.* Argentina: Universidad Nacional de Tucumán, 2001.

García, Sander y Rodríguez, Carlos. *Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría del pavimento rígido del Jr. Dos de Mayo, de las cuadras 4 – 11, Iquitos – 2021.* Perú: Universidad Científica del Perú, 2021.

Hernández, José; Orozco, Álvaro; Almanza, Daniel y Ramírez, Javier. *Relación entre resistencia a compresión en cilindros de concreto y los rebotes con esclerómetro digital.* En Revista *INGENIARE*, Vol. 1(22), pp. 59-68, 2017.

Hernández, Luis; Gómez, Jefferson; Contreras, Andrés y Padilla, Liseth. *Resistencia a la compresión del concreto.* Colombia, 2018.

Jedidi, Malek. *Determination of concrete characteristics using destructive and non-destructive tests.* En Revista *Cur Trends Civil & Struct Eng*, Vol. 6(1), pp. 1-7, 2020.

Lozada, José. *Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria.* En Revista *CIENCIAMÉRICA*, Vol. 1(3), pp. 34-39, 2014.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Perú, 2019.

Muñoz, Jorge y Rivas, Erick. *Correlación entre pruebas destructivas y pruebas no destructivas para medir propiedades mecánicas del concreto hidráulico.* Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2003.

Neira, Iveth y Palacios, Rubén. *Obtención de correlaciones para determinar la resistencia a la compresión y módulo de rotura del hormigón mediante ensayos esclerométricos.* Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2019.

Suarez, E. *Estudio comparativo de la resistencia a compresión de elementos de concreto obtenida por rotura de cilindros y con martillo o esclerómetro digital.* Instituto Tecnológico de Santo Domingo. República Dominicana, 2013

NTP 400.012. *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* Lima, Perú, 2014.

NTP.339.034. *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.* Lima, Perú, 2015.

NTP.339.035. *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.* Lima, Perú, 2009.

NTP.339.046. *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).* Lima, Perú, 2008.

NTP.339.181. *CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría).* Lima, Perú, 2013.

NTP.339.183. *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.* Lima, Perú, 2013.

NTP.339.184. *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto.* Lima, Perú, 2013.

NTP.339.185. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* Lima, Perú, 2013.

NTP.400.017. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.* Lima, Perú, 2011.

NTP.400.021. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.* Lima, Perú, 2013.

NTP.400.022. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.* Lima, Perú, 2013.

NTP.400.037. *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.* Lima, Perú, 2014.

Orellana, Israel. *Determinación de la resistencia a compresión y el índice de rebote, por métodos de ensayo destructivo y no destructivo (ASTM c-39, c-805) y su correlación, a concretos autocompactantes para vivienda en serie.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009.

Sánchez, Diego. *Tecnología del concreto y del mortero.* Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2001.

Siancas, Dainer. *Determinación de la resistencia del concreto del pabellón 3A - de la I.E. 14787 Víctor Raúl Haya de la Torre, usando la diamantina, el esclerómetro y el equipo de ultrasonido.* Perú: Universidad Nacional de Piura, 2020.

Soriano, Ana. *Diseño y validación de instrumentos de medición.* En Revista *Diálogos* Vol. 8 (13), pp. 19-40, 2014.

Torres, Piedad y Ojeda, Miguel. *Análisis experimental para determinar modelos de correlación entre los ensayos de resistencia a compresión, compresión diametral (tracción indirecta) y los ensayos, velocidad de pulso ultrasónico y esclerometría en concreto simples.* Colombia: Universidad de Cartagena, 2020.

Useche, María; Artigas, Wileidys; Queipo, Beatriz y Perozo, Édison. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos.* Colombia: Universidad de La Guajira, 2019.

Vélez, Gustavo. *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría.* Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

Villasis, Miguel; Márquez, Horacio; Zurita, Jessie; Miranda, Guadalupe y Escamilla, Alberto. *El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones.* En Revista *Alergia México* Vol. 65 (4), pp. 414-421, p.2018.

Villegas, Marcelo. *Aplicación de redes neuronales para la predicción de la resistencia a la compresión del concreto según el ensayo de esclerometría.* Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Título	Problema general	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores	Diseño de la investigación
		Objetivo general	Hipótesis general	Variable dependiente			
Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado	¿Cuál es la correlación entre índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborado con agregado grueso zarandeado y chancado?	Determinar la correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborado con agregado grueso zarandeado y chancado.	El índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado generarán correlaciones con un grado de confiabilidad alto.	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión	Propiedades de los agregados.	%H, Pe., %Abs, PU, mf, TMN.	Esta tesis corresponde a un estudio de tipo empírico, experimental, no probabilístico por juicio de experto.
					Diseños de mezcla	f'c (kg/cm2)	
					Correlación entre el índice de rebotes y la resistencia a la compresión	Correlación de Pearson	
					Prueba de hipótesis	varianza, desviación	
	Problemas específicos	Objetivos específicos		Índice de rebote	Ensayo de Esclerometría	- Número de rebotes	
	¿Cuáles son las características de los agregados?	Determinar las características de los agregados.					
	¿Cuáles son los pesos húmedos de los materiales a emplear en la elaboración de los especímenes por cada tipo de concreto?	Realizar los diseños de mezcla para cada tipo de concreto.					
	¿Cuál es el índice de rebote promedio obtenido por el ensayo esclerométrico realizado a las probetas de cada concreto?	Determinar el índice de rebote en las probetas de cada concreto.					
	¿Cuál es la resistencia a la compresión promedio de cada concreto obtenida por el ensayo de rotura de probetas?	Determinar la resistencia a la compresión de los concretos mediante el método de rotura de probetas.					
	¿Qué tipo de correlación existe entre la resistencia a la compresión y el índice de rebote de los diferentes tipos de concreto?	Determinar la correlación entre la resistencia a la compresión y el índice de rebote de los diferentes tipos de concreto.					
¿Las variables independientes en estudio se correlacionan estadísticamente?	Realizar la prueba de hipótesis y determinar estadísticamente si ambas variables independientes se correlacionan.			Resistencia a la compresión del concreto	Ensayo a la compresión	kg/cm2	

Matriz de Operacionalización de variables

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
VARIABLES INDEPENDIENTES	ÍNDICE DE REBOTE	El índice de rebote es un valor “Q” arrojado por el esclerómetro o martillo de rebote, el cual depende del ángulo formado por el punzón y la superficie de contacto; siendo empleado para obtener estimaciones de la resistencia de concretos in situ, así como también para determinar su uniformidad y delimitar zonas de baja calidad. (Neira y Palacios, 2019, p.15).	El índice de rebote equivale a la energía del impacto que no fue absorbida por el concreto, luego de que el esclerómetro recibiera la energía acumulada en el resorte y se deslizara hasta golpear al punzón en contacto con la superficie que rebota correspondientemente a la rigidez del elemento.	Ensayo de Esclerometría	N° Rebotes	Razón
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Esta propiedad se define como la capacidad que posee el concreto para soportar un fenómeno de aplastamiento, visto generalmente en aquellos materiales utilizados para la elaboración de estructuras; brindando información de su comportamiento frente a cargas estáticas o ascendentes en el tiempo. (Hernández, Gómez, Contreras y Padilla, 2018, p.1).	La resistencia a la compresión se calcula mediante la división de la carga máxima que soporta un espécimen cilíndrico de concreto, ensayado en una prensa hidráulica, entre su área de contacto; siendo expresado generalmente en kg/cm2 o también en Mpa.	Ensayo a la compresión	kg/cm2	
VARIABLE DEPENDIENTE	CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE REBOTE Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	Establecer correlaciones entre pruebas destructivas y no destructivas resulta de mucha importancia debido a que facilita la reproducción de metodologías durante la realización de proyectos, donde la calidad se convierte vital en el cumplimiento de plazos y especificaciones requeridas. (Muñoz y Rivas, 2003, p.2).	El uso de correlaciones entre el índice de rebotes y la resistencia a la compresión, no pretende ser un procedimiento que reemplace el ensayo de cilindros de concreto, sino que pueden ser empleados de forma óptima in situ de acuerdo al porcentaje de incidencia y confiabilidad que se genere.	Propiedades de los agregados	%H, Pe., %Abs, PU, mf, TMN	Nominal
				Diseños de mezcla	f'c (kg/cm2)	
				Correlación entre el índice de rebotes y la resistencia a la compresión	Varianzas, desviación	
				Prueba de hipótesis	Correlación de Pearson	

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



RUC: 20539830571

PESA PERU E.I.R.L.

INFORME DE CALIBRACION Nro. B0914-2022

TRAZABILIDAD SEGÚN PESAS PATRONES NACIONALES CLASE M2

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE LAS PESAS M2 0101-MPES-C-2022

Fecha de emisión 17 de agosto 2022

1. **Solicitante** : TECNOLOGIA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C
2. **Dirección** : AV OSWALDO HERSELLES 390 TRUJILLO LA LIBERTAD
3. **Instrumento Calibrado** : BALANZA
 - **Calibración** : Automática
 - **Marca / Fabrica** : PRECISA
 - **Modelo** : LP7516
 - **Número de Serie** : 03820019010
 - **Procedencia** : No Indica
 - **Tipo** : Electrónico
 - **Identificación** : No Indica
 - **Capacidad Máxima** : 150kg
 - **División de Verificación** : 20g.
 - **Clase de Exactitud** : III
4. **Lugar de Calibración** : Instalaciones de **PESA PERU E.I.R.L.**
5. **Fecha de Calibración** : 17 de agosto 2022

6. **Método de Calibración**

La Calibración se efectuó según el PC-008 "Procedimiento para la calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático clase III y clase IV" del SNM-INDECOPI.

7. **Trazabilidad**

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del SNM-INDECOPI. Se utilizaron pesas patrones de códigos: Grupo N° 2 con certificado de calibración NRO M2 0101-MPES-C-2022.

PESA PERU E.I.R.L.
RUC 20539830571

VICENTE CORCUERA SIFUENTES
DNI 19090683
TITULAR GERENTE

✉ ventas@balanzaspesaperu.com

☎ 976455072



Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LFP-026-2022

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2022/04/08

Solicitante TECNOLOGIA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.

Dirección CAL. ENRIQUE BARRON NRO. 1231 DPTO. 104 URB. SANTA BEATRIZ LIMA - LIMA - LIMA

Instrumento de medición PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

Identificación NO INDICA

Marca A&A INSTRUMENTS

Modelo STYE-2000

Serie 210406

Capacidad 2000 kN

Indicador A & A INSTRUMENTS

Serie NO INDICA

Bomba ELECTRICA

Procedencia CHINA

Ubicación LABORATORIO DE CONCRETO

Lugar de calibración AV. OSWALDO HERCELLES N° 390 - URB. CHIMÚ - TRUJILLO

Fecha de calibración 2022/04/06

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LFP-026-2022

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 t	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 22,2 °C Final: 21,8 °C
 Humedad Relativa Inicial: 53 %hr Final: 53 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kN	SERIE (2) kN	ERROR %	ERROR (2) %			
100	99,9	99,8	-0,10	-0,2	99,9	-0,15	0,07
200	199,8	199,2	-0,10	-0,40	199,5	-0,25	0,21
300	298,6	299,2	-0,47	-0,27	298,9	-0,37	0,14
400	398,9	398,4	-0,28	-0,4	398,7	-0,34	0,09
500	497,5	497,9	-0,50	-0,42	497,7	-0,46	0,06
600	598,9	597,5	-0,18	-0,42	598,2	-0,30	0,17
700	695,9	696,1	-0,59	-0,56	696,0	-0,57	0,02
800	795,9	794,9	-0,51	-0,64	795,4	-0,58	0,09

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com



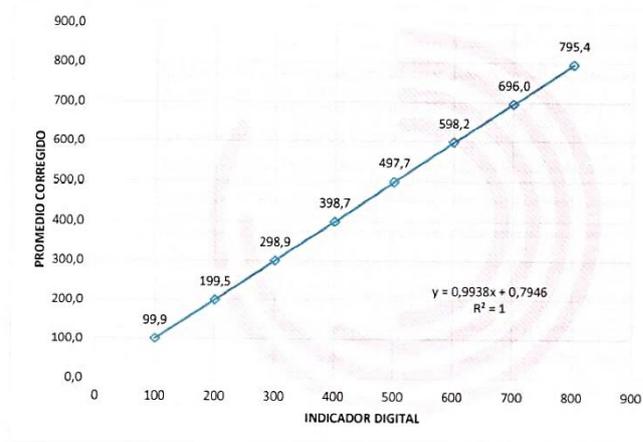
Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LFP-026-2022

Página 3 de 3

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,9938x + 0,7946$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kN)

Y : fuerza promedio (kN)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Mugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 271-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	
Proyecto :	
Muestra :	
f_c (kg/cm ²) :	

Fecha de Emisión:	
Fecha de Moldeado:	
Fecha de Ensayo:	

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

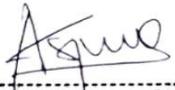
Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
				Promedio			

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Alberto Rubén Vásquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 156228


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

CERTIFICADOS DE LABORATORIO

- CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 03/10/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	107.0	107.0	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	1,666.7	1,701.8	
Peso recipiente + muestra seca	gr	1,653.8	1,690.2	
Peso de muestra húmeda	gr	1,559.7	1,594.8	
Peso de muestra seca	gr	1,546.8	1,583.2	
Peso de agua	gr	12.9	11.6	
Contenido de humedad	%	0.8	0.7	0.8

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 03/10/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.720	21.740	21.800	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.660	23.660	23.660	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.340	15.360	15.420	
Peso de muestra en estado compactado	kg	17.280	17.280	17.280	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,686	1,688	1,695	1,690
Peso unitario compactado	kg/m3	1,899	1,899	1,899	1,899

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
 NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 03/10/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	448.2	450.0	
Peso del pignómetro lleno de agua	gr	1,443.7	1,443.7	
Peso del pignómetro lleno de muestra y agua	gr	1,718.4	1,720.4	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	457.5	459.8	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.45	2.46	2.46
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.50	2.51	2.51
Absorción	%	2.1	2.2	2.2

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191

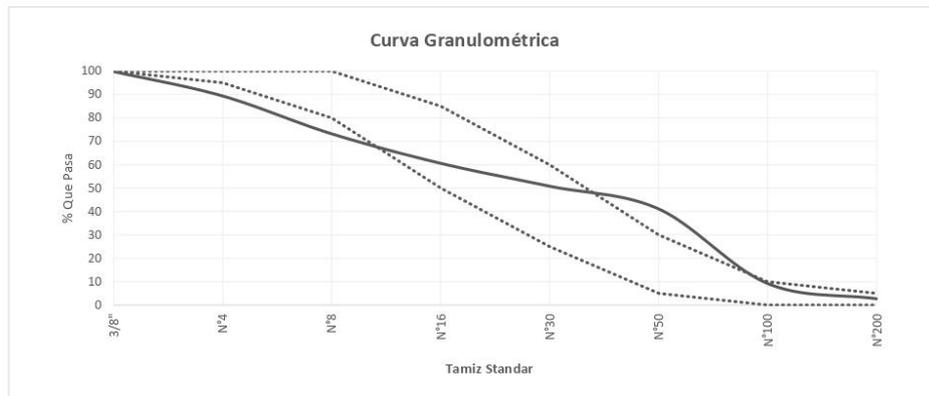


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 03/10/2022

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	2.2	0.2	0.2	99.8	100	100	Características físicas: Cont. de Humedad: 0.8 % Modulo de Finura: 2.76
N°4	4.750	104.4	10.4	10.6	89.4	95	100	
N°8	2.360	161.7	16.2	26.8	73.2	80	100	
N°16	1.180	126.0	12.6	39.4	60.6	50	85	
N°30	0.600	98.0	9.8	49.2	50.8	25	60	
N°50	0.300	97.0	9.7	58.9	41.1	5	30	
N°100	0.150	318.9	31.9	90.8	9.2	0	10	
N°200	0.075	65.4	6.5	97.3	2.7	0	5	
Fondo	-	26.5	2.6	100.0	0.0			
		1000.0	100.0					



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

- CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO CHANCADO



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CHANCADO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	0.0	0.0	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	3,146.5	3,191.5	
Peso recipiente + muestra seca	gr	3,130.1	3,176.4	
Peso de muestra húmeda	gr	3,146.5	3,191.5	
Peso de muestra seca	gr	3,130.1	3,176.4	
Peso de agua	gr	16.4	15.1	
Contenido de humedad	%	0.5	0.5	0.5

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CHANCADO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	18.720	18.720	18.800	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	20.540	20.600	20.640	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	12.340	12.340	12.420	
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.160	14.220	14.260	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,356	1,356	1,365	1,359
Peso unitario compactado	kg/m3	1,556	1,563	1,567	1,562

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CHANCADO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2,002	2,001	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	2,041	2,040	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,231	1,222	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.47	2.45	2.46
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.52	2.49	2.51
Absorción	%	2.0	1.9	2.0

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

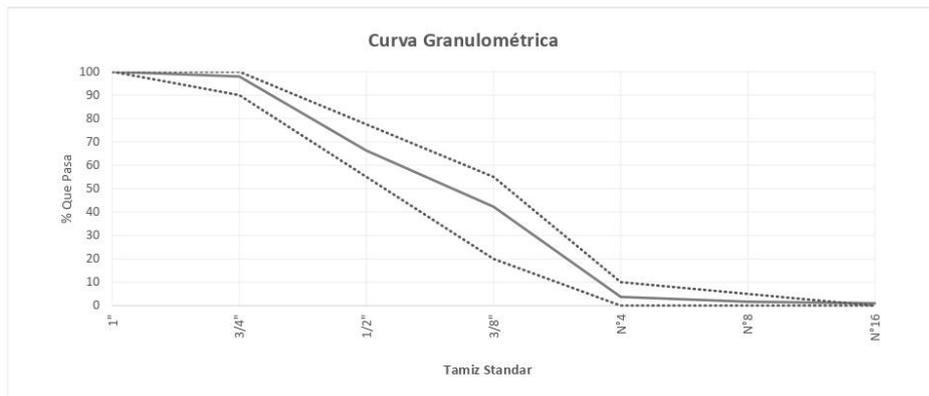


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CHANCADO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 57 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
1½"	37.50	0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100	Características físicas: Tamaño Max. Nom.: 3/4" Cont. de Humedad: 0.5 % Modulo de Finura: 6.53
3/4"	19.00	101.9	2.0	2.0	98.0	90	100	
1/2"	12.50	1586.4	31.7	33.8	66.2			
3/8"	9.50	1196.7	23.9	57.7	42.3	20	55	
Nº4	4.75	1927.7	38.6	96.3	3.7	0	10	
Nº8	2.36	102.2	2.0	98.3	1.7	0	5	
Nº16	1.18	34.9	0.7	99.0	1.0			
Fondo	-	50.2	1.0	100.0	0.0			
		5000	100.0					



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vázquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

- CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO GRUESO ZARANDEADO



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO ZARANDEADO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	283	283	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	2,283	2,283	
Peso recipiente + muestra seca	gr	2,269	2,267	
Peso de muestra húmeda	gr	2,000	2,000	
Peso de muestra seca	gr	1,987	1,985	
Peso de agua	gr	14	15	
Contenido de humedad	%	0.7	0.8	0.8

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO ZARANDEADO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.220	21.080	21.100	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	22.940	23.060	23.240	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	14.840	14.700	14.720	
Peso de muestra en estado compactado	kg	16.560	16.680	16.860	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,631	1,615	1,618	1,621
Peso unitario compactado	kg/m3	1,820	1,833	1,853	1,835

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO ZARANDEADO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2,456	2,462	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	2,500	2,500	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,515	1,510	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.49	2.49	2.49
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.54	2.53	2.54
Absorción	%	1.8	1.6	1.7

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

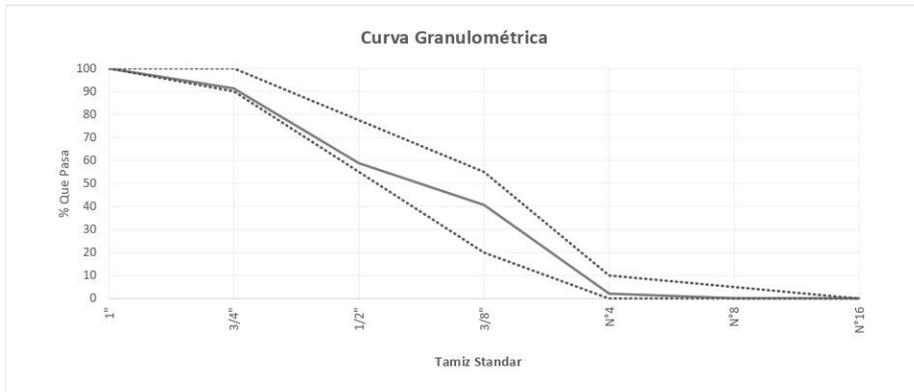


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

MATERIAL : AGREGADO GRUESO ZARANDEADO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : MORE POPUCHE, MARLITA DEL SOCORRO / NAVARRO GÓMEZ, DANNY EDWARD
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 67 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
1½"	37.50	0	0.0	0.0	100.0			Características físicas: Tamaño Max. Nom.: 3/4" Cont. de Humedad: 0.8 % Modulo de Finura: 6.66
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/4"	19.00	434.9	8.7	8.7	91.3	90	100	
1/2"	12.50	1625.0	32.5	41.2	58.8			
3/8"	9.50	905.4	18.1	59.3	40.7	20	55	
N°4	4.75	1927.3	38.5	97.9	2.1	0	10	
N°8	2.36	100.1	2.0	99.9	0.1	0	5	
N°16	1.18	1.6	0.0	99.9	0.1	0	0	
Fondo	-	5.7	0.1	100.0	0.0			
		5000	100.0					



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1068-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso chancado
f_c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	20-10-22
Fecha de Ensayo:	27-10-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P01	7	10.17	81.2	130.4	16.1	164	5
064-TEM-P02	7	10.15	80.9	122.7	15.2	155	5
064-TEM-P03	7	10.17	81.2	136.3	16.8	171	5
Promedio					16.0	163	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1069-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso chancado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	20-10-22
Fecha de Ensayo:	17-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P04	28	10.25	82.5	169.8	20.6	210	5
064-TEM-P05	28	10.20	81.7	171.3	21.0	214	5
064-TEM-P06	28	10.20	81.7	183.8	22.5	229	5
064-TEM-P07	28	10.25	82.5	173.4	21.0	214	5
064-TEM-P08	28	10.15	80.9	177.3	21.9	223	5
064-TEM-P09	28	10.20	81.7	176.8	21.6	221	5

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1070-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso chancado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	20-10-22
Fecha de Ensayo:	17-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P10	28	10.10	80.1	175.8	21.9	224	5
064-TEM-P11	28	10.20	81.7	183.0	22.4	228	2
064-TEM-P12	28	10.30	83.3	177.5	21.3	217	5
064-TEM-P13	28	10.25	82.5	173.8	21.1	215	5
064-TEM-P14	28	10.10	80.1	174.2	21.7	222	2
064-TEM-P15	28	10.20	81.7	172.2	21.1	215	5

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 1071-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso chancado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	20-10-22
Fecha de Ensayo:	17-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P16	28	10.20	81.7	176.4	21.6	220	5
064-TEM-P17	28	10.15	80.9	178.2	22.0	225	5
064-TEM-P18	28	10.25	82.5	171.9	20.8	212	5
064-TEM-P19	28	10.15	80.9	175.7	21.7	221	5
064-TEM-P20	28	10.15	80.9	175.9	21.7	222	5
064-TEM-P21	28	10.20	81.7	189.5	23.2	236	5

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 1072-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso chancado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	20-10-22
Fecha de Ensayo:	17-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P22	28	10.15	80.9	185.0	22.9	233	5
064-TEM-P23	28	10.25	82.5	174.1	21.1	215	2
064-TEM-P24	28	10.20	81.7	176.2	21.6	220	2
064-TEM-P25	28	10.20	81.7	172.8	21.1	216	2
064-TEM-P26	28	10.20	81.7	189.3	23.2	236	2
064-TEM-P27	28	10.15	80.9	173.9	21.5	219	2

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 1073-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso chancado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	20-10-22
Fecha de Ensayo:	17-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P28	28	10.20	81.7	183.4	22.4	229	2
064-TEM-P29	28	10.20	81.7	168.1	20.6	210	2
064-TEM-P30	28	10.20	81.7	169.6	20.8	212	5
064-TEM-P31	28	10.20	81.7	186.4	22.8	233	5
064-TEM-P32	28	10.20	81.7	183.9	22.5	230	5
064-TEM-P33	28	10.20	81.7	168.7	20.6	210	5

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 1074-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso chancado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	20-10-22
Fecha de Ensayo:	17-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P34	28	10.20	81.7	171.6	21.0	214	5
064-TEM-P35	28	10.20	81.7	175.4	21.5	219	5
064-TEM-P36	28	10.20	81.7	169.8	20.8	212	2
064-TEM-P37	28	10.20	81.7	182.4	22.3	228	2
064-TEM-P38	28	10.20	81.7	177.8	21.8	222	2
064-TEM-P39	28	10.20	81.7	179.0	21.9	223	2

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 1075-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso chancado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	20-10-22
Fecha de Ensayo:	17-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P40	28	10.20	81.7	170.9	20.9	213	2
064-TEM-P41	28	10.20	81.7	189.8	23.2	237	2
064-TEM-P42	28	10.20	81.7	197.6	24.2	247	2
064-TEM-P43	28	10.15	80.9	174.7	21.6	220	2
064-TEM-P44	28	10.20	81.7	177.0	21.7	221	2
064-TEM-P45	28	10.20	81.7	180.6	22.1	225	2

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1076-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto:	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra:	Concreto con agregado grueso chancado
f'c (kg/cm²):	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	20-10-22
Fecha de Ensayo:	17-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P46	28	10.15	80.9	174.2	21.5	220	2
064-TEM-P47	28	10.20	81.7	179.7	22.0	224	2
064-TEM-P48	28	10.25	82.5	169.8	20.6	210	2
064-TEM-P49	28	10.10	80.1	193.3	24.1	246	2
064-TEM-P50	28	10.15	80.9	188.5	23.3	238	5
Promedio					22.2	222	

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1077-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso zarandeado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	26-10-22
Fecha de Ensayo:	02-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P51	7	10.23	82.2	122.7	14.9	152	5
064-TEM-P52	7	10.22	82.0	122.4	14.9	152	2
064-TEM-P53	7	10.22	82.0	120.1	14.6	149	2
				Promedio	14.8	151	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1078-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto:	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra:	Concreto con agregado grueso zarandeado
f'c (kg/cm²):	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	26-10-22
Fecha de Ensayo:	23-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P54	28	10.30	83.3	177.7	21.3	217	2
064-TEM-P55	28	10.30	83.3	174.6	21.0	214	2
064-TEM-P56	28	10.25	82.5	172.1	20.9	213	2
064-TEM-P57	28	10.28	83.0	179.3	21.6	220	2
064-TEM-P58	28	10.27	82.8	172.5	20.8	213	2
064-TEM-P59	28	10.24	82.4	178.6	21.7	221	2

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1079-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso zarandeado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	26-10-22
Fecha de Ensayo:	23-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P60	28	10.23	82.1	171.1	20.8	213	2
064-TEM-P61	28	10.19	81.6	172.1	21.1	215	2
064-TEM-P62	28	10.29	83.2	176.2	21.2	216	5
064-TEM-P63	28	10.24	82.4	173.3	21.0	215	5
064-TEM-P64	28	10.28	83.0	172.7	20.8	212	2
064-TEM-P65	28	10.23	82.2	171.1	20.8	212	2

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1080-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto:	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra:	Concreto con agregado grueso zarandeado
f'c (kg/cm²):	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	26-10-22
Fecha de Ensayo:	23-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P66	28	10.29	83.2	175.6	21.1	215	5
064-TEM-P67	28	10.22	82.0	172.2	21.0	214	2
064-TEM-P68	28	10.24	82.4	171.7	20.8	213	2
064-TEM-P69	28	10.29	83.2	172.5	20.7	212	2
064-TEM-P70	28	10.28	83.0	170.8	20.6	210	5
064-TEM-P71	28	10.18	81.4	171.3	21.0	215	2

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1081-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso zarandeado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	26-10-22
Fecha de Ensayo:	23-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P72	28	10.17	81.2	170.6	21.0	214	2
064-TEM-P73	28	10.21	81.9	173.4	21.2	216	2
064-TEM-P74	28	10.24	82.4	175.3	21.3	217	2
064-TEM-P75	28	10.22	82.0	171.4	20.9	213	2
064-TEM-P76	28	10.18	81.4	169.3	20.8	212	2
064-TEM-P77	28	10.18	81.4	169.0	20.8	212	5

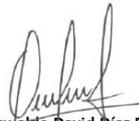
NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 1082-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto:	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra:	Concreto con agregado grueso zarandeado
f'c (kg/cm²):	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	26-10-22
Fecha de Ensayo:	23-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P78	28	10.33	83.7	177.1	21.2	216	2
064-TEM-P79	28	10.17	81.2	170.5	21.0	214	5
064-TEM-P80	28	10.27	82.8	175.0	21.1	216	5
064-TEM-P81	28	10.15	80.9	169.2	20.9	213	5
064-TEM-P82	28	10.26	82.7	172.4	20.9	213	2
064-TEM-P83	28	10.21	81.9	171.1	20.9	213	2

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1083-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto:	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra:	Concreto con agregado grueso zarandeado
f'c (kg/cm²):	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	26-10-22
Fecha de Ensayo:	23-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P84	28	10.21	81.9	173.5	21.2	216	2
064-TEM-P85	28	10.20	81.7	170.5	20.9	213	2
064-TEM-P86	28	10.18	81.4	169.3	20.8	212	2
064-TEM-P87	28	10.18	81.4	167.3	20.6	210	2
064-TEM-P88	28	10.20	81.7	168.7	20.6	211	2
064-TEM-P89	28	10.21	81.9	173.2	21.2	216	2

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Laboratorio
CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 1084-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso zarandeado
f'c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	26-10-22
Fecha de Ensayo:	23-11-22

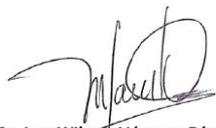
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P90	28	10.22	82.0	172.4	21.0	214	2
064-TEM-P91	28	10.17	81.2	168.2	20.7	211	5
064-TEM-P92	28	10.18	81.3	168.7	20.7	212	2
064-TEM-P93	28	10.17	81.2	168.7	20.8	212	2
064-TEM-P94	28	10.23	82.2	172.2	21.0	214	2
064-TEM-P95	28	10.28	82.9	174.5	21.0	215	5

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herccelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1085-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	More Popuche, Marlita Del Socorro Navarro Gómez, Danny Edward
Proyecto :	Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado
Muestra :	Concreto con agregado grueso zarandeado
f_c (kg/cm²) :	210

Fecha de Emisión:	25-11-22
Fecha de Moldeado:	26-10-22
Fecha de Ensayo:	23-11-22

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
064-TEM-P96	28	10.14	80.7	168.2	20.8	213	2
064-TEM-P97	28	10.24	82.4	170.6	20.7	211	2
064-TEM-P98	28	10.17	81.2	171.2	21.1	215	2
064-TEM-P99	28	10.18	81.4	170.1	20.9	213	2
064-TEM-P100	28	10.18	81.4	168.5	20.7	211	2
Promedio					21.4	214	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

PANEL FOTOGRÁFICO



Imagen 1: Cuarteo del agregado grueso chancado



Imagen 2: Cuarteo del agregado fino (Arena Gruesa)



Imagen 3: Peso de la Tara del agregado fino seco



Imagen 4: Peso de Agregado Fino Sumergido en Agua de un Picnómetro



Imagen 5: Peso del Agregado Grueso saturado



Imagen 6: Peso del Agregado Grueso saturado



Imagen 7: Secado al horno de la tara en estado húmedo



Imagen 8: Probetas con Concreto de Agregado Chancado



Imagen 9: Diseño de cuadrícula y desgaste con la piedra abrasiva



Imagen 10: Disparo con Esclerómetro y Toma de Lecturas



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BREITNER GUILLERMO DIAZ RODRIGUEZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis Completa titulada: "Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaboradas con agregado grueso zarandeado y chancado", cuyos autores son NAVARRO GOMEZ DANNY EDWARD, MORE POPUCHE MARLITA DEL SOCORRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, 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 Completa 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.

PIURA, 20 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BREITNER GUILLERMO DIAZ RODRIGUEZ DNI: 43153608 ORCID: 0000-0001-6733-2868	Firmado electrónicamente por: BGDIAZRO el 20-03- 2023 13:30:31

Código documento Trilce: TRI - 0537546