



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Variación de la resistencia del concreto entre el método de
esclerometría y núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, Juliaca
– Puno”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Choquehuanca Huanca Alcides
(<https://orcid.org/0000-0003-4419-3281>)

ASESORA:

Mg. Andia Arias, Janet Yéssica
(<https://orcid.org/0000-0002-6084-0672>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural.

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis queridos padres, Porfirio y Dorotea, por el apoyo, el amor y la confianza que me han brindado en todo momento, así como el maravilloso esfuerzo que han puesto para culminar este capítulo. su educación superior.

A mi amada esposa Claudia Lorena e hija Génesis Tiara y mi hijo Joseph Alcides, a mis hermanos y hermana Eliana; Edwin, Danny Daniel y Danny Iván, quienes particularmente me apoyaron incondicionalmente para desarrollar este trabajo.

Agradecimiento

Doy gracias a Dios por su misericordia para conmigo y por darme la fuerza y la fe para lograr mis metas.

A la Universidad Cesar Vallejo, al asesor y coordinador por su conocimiento y experiencia respectivamente, quien nos guio en el desarrollo técnico y metodológico de mi tesis. mejor este mensaje.

Índice de contenidos

| | |
|--|-----|
| Dedicatoria..... | i |
| Agradecimiento | ii |
| Índice de contenidos | iii |
| Índice de tablas..... | iv |
| Índice de gráficos y figura | v |
| Resumen | vi |
| Abstract | vii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA | 19 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 19 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 20 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 22 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 24 |
| 3.5. Procedimientos: | 24 |
| 3.6. Método de análisis de datos:..... | 26 |
| 3.7. Aspectos éticos: | 26 |
| IV. RESULTADOS:..... | 27 |
| V. DISCUSIÓN:..... | 37 |
| VI. CONCLUSIONES: | 38 |
| VII. RECOMENDACIONES: | 39 |
| REFERENCIAS | 40 |
| ANEXOS | 48 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Ensayos de esclerometría..... | 22 |
| Tabla 2. Ensayos de extracción de núcleos diamantinos | 22 |
| Tabla3. Resultado de los ensayos de índice de rebotes con esclerómetro | 28 |
| Tabla4. Resultado de los ensayos de resistencia a compresión de núcleos diamantinos (vivienda 01) | 29 |
| Tabla5. Resultado de los ensayos de resistencia a compresión de núcleos diamantinos (vivienda 02) | 29 |
| Tabla6. Resultado de los ensayos de resistencia a compresión de núcleos diamantinos (vivienda 03) | 30 |
| Tabla8. Resultados y procedimientos para obtener la ecuación lineal | 33 |
| Tabla9. Resultados de esclerometría índice de rebotes promedio | 35 |
| Tabla10. Resultados de prueba F para varianza de índice de rebotes promedio . | 35 |
| Tabla11. Resultados de ($f'c$) núcleos diamantinos en kg/cm^2 | 36 |
| Tabla12. Resultados de prueba F para varianza de ($f'c$) núcleos diamantinos en kg/cm^2 | 36 |

Índice de gráficos y figura

| | |
|--|----|
| Figura 1. Equipo esclerómetro | 16 |
| Figura 2. Equipo esclerómetro HT-225 | 16 |
| Figura 3. Equipo de ensayo a la compresión | 18 |
| Figura 4. Núcleos diamantinos..... | 23 |
| Figura 5. Fotografía de ubicación de la R.A.J. | 27 |
| Figura 6. Con respecto a la curva personalizada entre número de rebotes y núcleos diamantinos | 32 |

Resumen

Por medio de la presente investigación se tiene como objetivo determinar el nivel de variación de la resistencia del concreto entre el método de esclerometría y núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, Juliaca - Puno. La metodología es descriptiva, el diseño es no experimental, en cuanto al reconocimiento efectuado de 03 viviendas, 180 puntos muestreadas con equipo (esclerómetro) y 18 puntos del ensayo de resistencia a compresión de los núcleos diamantinos, el recojo de los datos se realizó a través de formatos para el ensayo de esclerometría y ensayo de resistencia a compresión de los núcleos diamantinos. Los resultados, se obtienen a través de núcleos diamantinos ($f'c$) y el número de rebotes, donde se ha determinado una ecuación lineal $y = 2.6803x - 10.45$, esto demuestra que el coeficiente de determinación es 97.26%. El promedio de los ensayos de esclerometría es 23.00 rebotes, de los ensayos de resistencia a compresión de núcleos diamantinos de 2 pulg x 4 pulg. se tiene un promedio de 51.36 kg/cm². Conclusión, no se debe utilizar el abaco del fabricante del equipo (esclerómetro) según norma ASTM C805 y el código ACI-228.1R para determinar la resistencia a compresión del concreto, más si para proporcionar indicaciones relativas del concreto en una estructura. Para determinar la resistencia a compresión real del concreto es necesario realizar el ensayo de núcleos diamantinos, ya que este ensayo destructivo es el más confiable.

Palabras claves: Numero de rebotes, extracción de núcleos diamantinos y resistencia a la compresión.

Abstract

Through the present investigation, the objective is to determine the level of variation of the concrete resistance between the sclerometry method and diamond cores, Residencial Aeropuerto, Juliaca - Puno. The methodology is descriptive, the design is non-experimental, in terms of the recognition made of 03 houses, 180 points sampled with equipment (sclerometer) and 18 points of the compressive strength test of the diamond cores, the data collection was carried out at through formats for the sclerometry test and compressive strength test of diamond cores. The results are obtained through diamond nuclei ($f'c$) and the number of rebounds, where a linear equation $y = 2.6803x - 10.45$ has been determined, this shows that the coefficient of determination is 97.26%. The average of the sclerometry tests is 23.00 rebounds, from the compressive strength tests of 2 in. x 4 in. diamond cores. there is an average of 51.36 kg/cm². Conclusion, the equipment manufacturer's abacus (sclerometer) should not be used according to the ASTM C805 standard and the ACI-228.1R code to determine the compressive strength of concrete, but rather to provide relative indications of the concrete in a structure. To determine the real compressive strength of the concrete, it is necessary to carry out the diamond core test, since this destructive test is the most reliable.

Keywords: Number of rebounds, extraction of diamond cores and compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años en nuestro país, el sector de la construcción se ha aumentado notoriamente por la promoción de programas estatales y privadas. Ante ello los ensayos destructivos y no destructivos cobraron gran importancia para la obtención del control de calidad del concreto, actualmente el ensayo de extracción de núcleos diamantinos tiene mayor fiabilidad, sin embargo, acarrea costos elevados. (Amat, Valero, 2018, p.4). Por ello en esta investigación, se realizará una evaluación de la variación entre el método de esclerometría y núcleos diamantinos en la resistencia a la compresión del concreto de viviendas autoconstruidas de la Residencial Aeropuerto - Juliaca.

Internacionalmente en la práctica ingenieril existe la necesidad de encontrar la resistencia a compresión del concreto que es de vital importancia. En diversos países como: Brasil, Bolivia, Colombia, Cuba, Ecuador, entre otros. La existencia de múltiples estructuras de concreto de las que se desconocen datos de resistencia y sobre las que es necesario realizar actividades de reforzamiento, unido a la posibilidad de utilizar el resultado de los ensayos no destructivos, por su facilidad de realización y su efecto no dañino sobre las estructuras, en el cual se muestran casos en que se estima la resistencia a compresión del concreto, combinando ensayos de esclerometría (no destructivos) con ensayos de extracción de núcleos diamantinos (destructivos), para poder emplear ecuaciones de regresión (Saif, 2019, p.1).

En el ámbito nacional, es importante conocer la calidad del concreto en elementos estructurales como: vigas y columnas, donde se extrajo núcleos diamantinos, esta práctica conlleva desventajas que afectan la zona de extracción en dichos elementos y en algunas veces también se afecta el acero estructural. Por ello surge la importancia de realizar los ensayos no destructivos, En diversas zonas del Perú como Lima, Lambayeque, Arequipa, Huancayo, Puno encontramos ensayos que permiten conocer la calidad del concreto sin afectar estas estructuras; sin embargo, existe una escasez que permita conocer y relacionar la resistencia del concreto con ensayo con esclerómetro y núcleo diamantino de concreto (Borja, 2018, p.9).

Problema. El Distrito de Juliaca, se encuentra en la Región de Puno, situada a 3824 m.s.n.m., al Noroeste del lago Titicaca. Es la ciudad con mayor movimiento económico del Departamento con una gran cantidad de zonas comerciales del país.

La ciudad de Juliaca es la decimocuarta más poblada del país con 276,100 habitantes para el 2020, según el censo del 2017. Es conocer la resistencia del concreto de los elementos estructurales mediante ensayos no destructivos (esclerómetro) y ensayos destructivos (núcleos diamantinos).

Evolución histórica, Entre los años 1835 y 1850, se ejecutaron por primera vez pruebas sistemáticas para hallar la resistencia a compresión y la tracción del cemento (Harmsen, 2002, pp.1-2).

En el 2007 se utilizó el método de esclerometría para evaluar la homogeneidad del concreto, también se realizó una comparación de la calidad con otros métodos como rotura de probetas, y estimaciones in situ. Se encontró subestimaciones de hasta el 20% respecto a los datos de la f'c. (Ortega, Ripani, 2007, pp.2-3).

En el 2013 usaron el método del martillo de rebote, para obtener la resistencia al concreto, sin embargo, no se verificaron sus resultados. (Cruz, Quintero, Espinosa, Galán, 2013, pp. 55-60)

Descripción de la realidad, se han visto varios motivos por lo puede fallar una estructura, ya sea actual o antigua, en su mayoría se encontró errores en el proceso constructivo, materiales, etcétera. Por ello, para establecer la calidad del concreto, se suelen realizar ensayos de tipo destructivo o no destructivos (Avilés, 2021, p.2). En la actualidad hay necesidad de investigar sobre la resistencia a compresión del concreto y la variabilidad que existe entre el ensayo con esclerómetro y la extracción de núcleos diamantinos, dentro del ámbito del estudio no se ha realizado este tipo de análisis, por lo que se desconoce este grado de variación entre ambos ensayos. De ahí la importancia del estudio a realizarse (Siancas, 2020, p.13).

Proyección a futuro, según Avilés (2021) el concreto es el material más usado en el sector de la construcción, el avance tecnológico y científico nos permitirá encontrar correlaciones más adecuadas de los resultados que se obtendrán en laboratorio y poder aplicar dichas correlaciones a otros ámbitos de estudio (p.2).

Formulación del Problema, la construcción de viviendas de forma informal generan serios problemas estructurales, constructivos y arquitectónicos; es por ello la importancia de determinar en qué condiciones se encuentran dichas viviendas de la Residencial Aeropuerto. Por lo dicho anteriormente se llega a plantear el siguiente **problema general:** ¿Cuál es el nivel de variación de la resistencia del concreto entre el método de esclerometría y núcleos diamantinos, Residencial

Aeropuerto, Juliaca – Puno?. De la misma manera los **problemas específicos**: ¿Cuál es la resistencia del concreto por el método de esclerometría, Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno?; ¿Cuál es la resistencia del concreto por el método de núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno?

En cuanto a la Justificación teórica, Según la Norma Internacional ASTM C805 (Método estándar del número de rebote en concreto endurecido) y Norma Técnica Peruana NTP 339.181 (Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto), que nos indica que se puede hallar una estimación de la calidad del concreto. Sobre el ensayo de extracción de núcleos, se debe de considerar las siguientes normas ASTM C42 (Método de prueba estándar para obtener y aprobar núcleos perforados) y Norma Técnica Peruana NTP 339.059 (Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos).

Según anteriores investigadores encontraron variaciones acerca de calidad del concreto de las diferentes estructuras analizados con los ensayos de esclerometría y núcleos diamantinos. La presente investigación desea determinar el grado de variación y validar lo que indica la norma. Así la **Justificación técnica**, Avilés (2021) es conocer el grado de variabilidad que existe en la determinación de la resistencia del concreto entre ambos ensayos, disminuirá esta incertidumbre a los seres humanos dedicados a la especialidad de la construcción y al área encargada de la evaluación del concreto, y así dar continuidad de futuras investigaciones respecto al tema (p.2). También se consideró la **Justificación social**, para Avilés (2021) normalmente en esta Ciudad los costos que acarrea realizar la extracción de núcleos diamantinos para el conocimiento de la calidad del concreto son muy elevado y conlleva a realizar reposiciones en las aberturas realizadas durante el ensayo. Sin embargo, una alternativa viable económicamente podría ser el ensayo con esclerómetro, siempre en cuando se logre determinar el grado de variación entre ambos ensayos (p.2).

También es preciso tener un **Objetivo General**: Determinar el nivel de variación de la resistencia del concreto entre el método de esclerometría y núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, Juliaca - Puno. Asimismo, los **objetivos específicos**: Conocer la resistencia a la compresión del concreto por el método de esclerometría, Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno; Determinar la resistencia a la compresión

del concreto por el método de núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno.

En la investigación, se propone la **Hipótesis General**: El nivel de variación de la resistencia del concreto entre el método de esclerometría y núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno, es leve. Asimismo, **hipótesis específicas**: La resistencia a la compresión por el método de esclerometría es mayor a 210 kg/cm², Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno; La resistencia a la compresión por el método de núcleos diamantinos es mayor a 210 kg/cm², Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales contamos a: ROCHA, Joaquín Humberto Aquino; IBARRA-VILLANUEVA, Rolando (2021), en su artículo “Identificación y análisis de las manifestaciones patológicas en la superestructura de puentes de concreto armado en la Región de Chapare, Bolivia”. Su **objetivo** fue determinar y realizar un análisis de patologías en los puentes de la Región de Chapare – Bolivia, zona caracterizada por elevada humedad y constantes lluvias durante todo el año. La **metodología** fue de tipo descriptiva. Los **resultados** fueron de la tasa de dureza superficial por puente. Puente de Málaga tiene la media más alta, 48,6, y al menos datos de dispersión, desviación estándar de 2,1. Puente Ronquito mostró un promedio más bajo, 38, y una dispersión significativa, desviación estándar de 3,2. Sin embargo, la mayor dispersión respecto a resultados promedio involucrados Roquemayu Puente con un valor de 5,3. La correlación entre la resistencia a la compresión de testigos y la prueba del esclerómetro se pudo observar una relación lineal positiva ($R^2 = 0,695$). **Conclusión** se detectaron muchas porciones corroídas en los puentes, desarrollado principalmente por carbonatación. Los ensayos no destructivos aplicados generan valores dispersos, pero permiten la comparación y la caracterización de problemas patológicos.

VACA CAÑAS, Diana Estefanía (2020) en su tesis titulada “Análisis y evaluación de patologías presentes en la estructura del teatro nacional Sucre del DM de Quito de Ecuador”. Su **objetivo** fue determinar, estudiar y evaluar las patologías presentes en los materiales de la estructura del teatro Nacional. Su **metodología** fue descriptiva. Los **resultados**, según Leslie-Cheesman en el ensayo de velocidad del pulso

ultrasónico de los elementos examinados un 69.23% presentan condición regular, de acuerdo a Agraval el 84.62% de elementos presenta buena calidad. el número de varillas como el diámetro de las mismas no cumple en un 80%, esto habiendo realizado el ensayo de escaneo magnético. Sobre el ensayo con esclerómetro indica que tiene una uniformidad del concreto es poco homogéneo, de 15 puntos realizados: el mínimo índice de rebote es 29.5 con $f'c = 215 \text{ kg/cm}^2$ y el máximo índice de rebote es 37.6 con $f'c = 330 \text{ kg/cm}^2$, se determinó la resistencia promedio es de $f'c \text{ prom.} = 293.2 \text{ kg/cm}^2$ y que dicho valor que difiere de lo especificado en los planos, donde está definido que $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La **conclusión** se sugiere la realización de ensayos de extracción de núcleos y compresión simple de dichas muestras.

SAIF VALDÉZ, Issam Alfredo (2019), en su tesis “Análisis comparativo entre ensayos destructivos y no destructivos de la resistencia del hormigón con diferentes métodos de dosificación” en el país de Ecuador. Tuvo como **objetivo** relacionar los ensayos no destructivos y destructivos con distintos métodos de dosificación para obtener una correlación de los resultados que normalmente se obtienen de estas pruebas. La **metodología** fue experimental. Los **resultados** se efectuó una correlación entre las resistencias conseguidas por medio ensayos de compresión simple y el ensayo esclerométrico en probetas de concreto normal 7(días) $y = 0.1849 * x + 2.0747$ 0.7076 28(días) $y = 406.86x^2 - 2373.93x + 3646$ 0.8000. La **conclusión** se observó que la correlación más óptima fue la de esclerometría con compresión simple, de la cual se determinó un índice de correlación R^2 de 0.8 a 0.90, lo que señala una buena correlación entre los datos (fuerte – Perfecto). Sobre la base de los resultados, se deben usar formulaciones, en lugar del hecho de que estén destinadas a un tipo particular de concreto.

BORNAND, Jacques (2018) en su artículo “Breve revisión crítica a métodos de estimación de la resistencia in situ del hormigón” de Santiago de Chile. **Objetivo** se inspeccionaron métodos más comunes de estimación de resistencia in situ del concreto (principales características, aptitudes para estimar la resistencia). **Metodología** es descriptiva, comienza con una introducción de control y evaluación usual de resistencias del hormigón, para después examinar los métodos indirectos de evaluación de resistencia como (probetas curadas in situ, índice esclerométrico, resistencia a la penetración, ensayos de pull out y método de madurez).

Resultados los métodos para estimar la resistencia en el lugar del concreto son de mucha utilidad sea en obras en construcción o estructuras ya existentes. Los métodos indirectos para estimar la resistencia siempre necesitan realizar una correlación entre la resistencia a evaluar (compresión) y la propiedad que evalúa el método. **Conclusión** lo correcto es realizar esas correlaciones con el mismo concreto de la edificación en estudio, por ello en cada caso habrá una curva característica el hecho de no hacerlo así puede inducir estimaciones muy dispersas de la realidad.

MORENO, Jesús; TROCONIS, Oladis (2018) en el artículo, "Factores que afectan la resistencia a la compresión de las probetas de concreto de Venezuela". **Objetivo** observar los distintos factores que tienen que ser considerados al interpretar los resultados de resistencia obtenidos de probetas ensayadas (núcleos, cilindros o cubos), con el propósito de instituir factores de corrección que permitan disminuir el efecto de estos factores. **Metodología** fue descriptiva. **Resultados** se estudiaron principalmente los siguientes factores: (Tamaño de las probetas, operación de perforación y características de los agregados). En cuanto al tamaño de los agregados: la resistencia a compresión de núcleos es menor a medida que crece el tamaño medio nominal y la edad de ensayo es menor. En cuanto al tamaño de los núcleos: El uso de núcleos de pequeño diámetro (50 y 75 mm) no es fiable. A medida que aumenta el diámetro del núcleo, la resistencia del núcleo aumenta constantemente. Acerca del tamaño del cilindro: la resistencia a la compresión del cilindro disminuye a medida que aumenta el tamaño de la muestra, conservando en todo momento la correlación l/d . Acerca de los daños por perforación: La influencia de los daños por perforación en los núcleos de concreto aumenta a medida que disminuye el diámetro de los mismos. **Conclusión** los factores más significativos que afectan la resistencia a la compresión de muestras son la operación de perforación, el diámetro del núcleo, la esbeltez (l/d) y las propiedades de los agregados en específico su tamaño y textura.

De **antecedentes nacionales** tenemos a BORJA SUÁREZ, Manuel Alejandro (2018), en su tesis de maestría "Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el Departamento de Lambayeque". Como **objetivo** obtener el nivel existente de correlación a través de la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo

(esclerometría). La **metodología** fue experimental. Los **resultados** de las muestras estudiadas de distintas obras sin control del diseño, se una desviación estándar igual a 45 kg/cm² que es ligeramente alta; en concretos de diseño controlado se determinó una correlación con un $R^2 = 0.7406$ con una desviación estándar 13 kg/cm² que es medianamente buena. Finalmente se puede decir que la resistencia a compresión, que darán en un rango de $f'c \pm 25$ kg/cm² esto con una confiabilidad del 95 %. La correlación para diferentes tipos de concreto, sin tomar en cuenta su procedencia ni dosificación dio una ecuación muy similar a la correlación lineal, presentando un $r^2 = 0.7437$. $f'c = 10.17 Q - 147.22$. Esto indica que el 74% de probabilidad de la resistencia a la compresión pueden ser obtenidos por esta ecuación. También se obtuvo una desviación estándar de 44 kg/cm² y un nivel de confiabilidad del 95%. La **conclusión** de ambos resultados obtenidos (índice de rebotes Q del concreto y la resistencia a la compresión real). indica que el ensayo de esclerometría se puede utilizar para la estimación de la resistencia a la compresión del concreto, con ciertas situaciones controladas.

AMAT Y LEÓN MURILLO, Daniel Fernando; VALERO ALEMÁN, Cesar Augusto (2018), en su tesis "Análisis comparativo y relación entre los métodos destructivos y no destructivos de la resistencia a compresión de concreto para la ciudad de Arequipa". Tuvo como **objetivo** efectuar un análisis comparativo experimental aplicado entre las resistencias alcanzadas mediante los métodos no destructivos y métodos convencionales que son utilizados para obtener la resistencia a compresión del concreto. La **metodología** fue experimental, de 03 tipos (I, HE e IP) de cemento; para 05 resistencias (175 kg/cm², 210 kg/cm², 280 kg/cm², 350 kg/cm² y 420 kg/cm²). Obteniendo **resultados** las ecuaciones obtenidas con los datos de esclerometría tienen una relación directa, aunque esta presenta dispersión indirecta a tracción del concreto, como se puede visualizar en: $y = 0.0717x + 0.3767$ para los concretos con tipo IP, $y = 0.0284x + 2.0911$, para concretos con tipo HE, $y = 0.0583x + 0.8902$, para los concretos con tipo I. Donde y = resistencia a la tracción del concreto en MPa; x = número de rebotes de esclerometría. La **conclusión** los ensayos no destructivos permiten la estimación aproximada de la resistencia y calidad del concreto, pero no reemplaza los ensayos destructivos. Se verifica que con cemento HE incrementa la resistencia a comparación con los cementos TI y IP.

AGUIRRE MAMANI, Canndy Lizseth (2018) en su tesis de “Correlación entre núcleos diamantinos de losas de concreto y testigos de 6 pulg. x 12 pulg., 4 pulg. x 8 pulg. para determinar factores de corrección en la resistencia del concreto en Huancayo”. Tuvo como **objetivo** obtener la correlación existe entre los núcleos o corazones diamantinos de losas de concreto y testigos de 6 pulg. x 12 pulg. y 4 pulg. x 8 pulg. La **metodología** fue experimental. Los **resultados** del diagrama obtenido con resistencias a compresión de testigos normalizadas de 6 pulg. x 12 pulg. y núcleos diamantinos sustraídos de losas, nos permite confirmar que hay una correlación de tipo cuadrático, se encontró un $r^2= 0.98$ para un concreto a:c = 0.40, y un $r^2 = 0.99$ para concretos a:c = 0.50 y a:c = 0.60, como se puede observar tiene una correlación casi perfecta. En cuanto al estudio con probetas de 4 pulg. x 8 pulg. y núcleos diamantinos sustraídos de losas, también se puede afirmar la existencia de una correlación cuadrática, con un $r^2= 0.99$ para concretos agua/cemento (0.40, 0.50 y 0.60), acercándose a una correlación perfecta. La **conclusión** en el diseño de mezclas los agregados fueron aptos durante la elaboración del concreto. Según lo encontrado en los diagramas los grados de dispersión de las resistencias de las 03 clases de concreto son elevadas los primeros días del fraguado, luego se estabiliza a partir de los 28 días.

VÉLEZ GALLARDO, Gustavo Antonio (2019) en su tesis “Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría en la Ciudad de Lima”. Tuvo como **objetivo** conocer la resistencia del concreto correlacionando el índice esclerométrico y la resistencia a compresión simple, y analizar la influencia del tipo de piedra y/o edad del concreto que existe sobre el índice esclerométrico. Los **resultados** se obtuvo una ecuación $y = - 0.5834x^3 + 45.987x^2 - 1172x + 9866.2$, donde existe una correlación entre el índice esclerométrico y resistencia del concreto, En esta ecuación se obtuvo un $R^2 = 0.9698$, lo que nos indica que hay un 96.98 % de acierto y un 3.02 % de error. En **conclusión**, el método desarrollado tiene una confiabilidad mayor del 95 %, debido a que se consideró factores como clase de piedra y el tiempo del concreto durante las pruebas. Se asevera que el método usado puede ser aplicado por tener un alto grado de confiabilidad, aun así, no debe descartarse realizar otro método destructivo que señalen la verdadera resistencia del concreto.

Según QUISPE FUENTES, Daniel Christian (2018), en su tesis titulada “Evaluación de la resistencia a compresión del concreto en edificaciones comunes de la Ciudad de Puno 2018”. Tuvo como **objetivo** conocer la situación actual del concreto en las edificaciones de la ciudad de Puno. Su **metodología** es transversal – correlacional de tipo no experimental, tomándose 751 muestras para ser ensayados. Los **resultados** presentan resistencia a la compresión de $f'c = 28.34 \text{ kg/cm}^2$ hasta $f'c = 368.78 \text{ kg/cm}^2$ y un promedio de $f'c = 151.89 \text{ kg/cm}^2$, lo que significa el 82.26 % de las estructuras de las viviendas de la Ciudad de Puno no supera $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ exigido por las normas. Su **conclusión** se encontró $f'c = 150.37 \text{ kg/cm}^2$ en las áreas adyacentes de la Ciudad de Puno, lo que significa que tiene una mediana resistencia a la compresión en esta zona, en las cercanías del medio de la Ciudad de Puno se encuentra $f'c = 153.17 \text{ kg/cm}^2$, ambos resultados están fuera de lo recomendado en el reglamento nacional de edificaciones.

Antecedentes en otros idiomas mencionaremos a: ÁVILA, José Hernández; WILCHES, Fernando Jove; AVILA, Rodrigo Hernández (2020), en su artículo titulado “Determinación de un modelo de regresión no lineal, para describir la relación entre la resistencia medida con el cilindro de concreto y máquina de compresión y un esclerómetro digital”. Del País Colombia. Su **objetivo** fue determinar los resultados entre la resistencia a compresión con martillo de Schmidt o esclerómetro y el equipo de compresión, en cilindros de concreto según las edades 3 días, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días y resistencias de diseño de 17,5 MPa, 21 MPa, 24,5 MPa y 28 MPa. Agregado fino del río Sinú y agregado grueso de cantera Toluviejo. **Metodología** el tipo de investigación a desarrollar tiene tres fases diferenciables. La primera fase es descriptiva, la segunda fase comprende la puesta en marcha de la preparación de las probetas y la tercera fase corresponde a estudios de correlación y regresión utilizando los datos obtenidos. **Resultados** se obtuvo la ecuación final $\text{Máquina} = 5.24981e^{0.0988238 * \text{ESCLEROMETRO}}$. Se observó que los intervalos no contienen 0, lo que indica que la estimación de los coeficientes A y B son significativos, indicando que el modelo es bueno. Esto es corroborado por el valor de la probabilidad del estadístico de Durbin-Watson, que es mayor que 0.05. La **conclusión** se encontraron resultados satisfactorios, las lecturas obtenidas del esclerómetro fueron inferiores a los dados por la máquina de resistencia a la compresión, en una diferencia de alrededor del 20%, que se debe a las condiciones

del espécimen de concreto (forma, carbonatación, curado, secado) y los materiales utilizados en el diseño de la mezcla. el modelo no lineal presenta un mejor ajuste, a diferencia del modelo lineal.

ARYAL, Raju; MISHRA, Anjay Kumar (2020) en el artículo “Evaluación in situ de la resistencia a la compresión del hormigón en edificios residenciales en construcción en el Municipio de Gaidakot del País Nepal”. Su **objetivo** fue investigar la resistencia a la compresión del concreto originado en el lugar de estudio, la proporción de mezcla de agregados utilizados en el hormigón y comparar si cumplen con lo requerido por norma. La **metodología** fue de muestreo no probabilístico (intencional), se recolectaron 90 especímenes cúbicos de 30 casas en 10 distritos del Municipio de Gaidakot. **Resultado** se encontró que la resistencia a la compresión media era de 23,928 N/mm². El análisis ANOVA mostró que no hubo una diferencia significativa en los promedios de resistencia a la compresión entre las casas de 10 Distritos. 73.33% de las casas muestreadas produjeron concreto manteniendo una relación agua-cemento de 0.4 a 0.6 pero sin consistencia en el uso de arena y agregados revelando proceso de producción de hormigón inconsistente y descontrolado. La **conclusión** El 80% de las casas muestreadas en el Municipio de Gaidakot cumplen con la mínima resistencia a la compresión del hormigón como requerido por NBC de Nepal. Hubo una amplia dispersión en la dosificación de los ingredientes. Los trabajadores están dosificando el concreto ellos mismos sin conocimiento de cualquier procedimiento sistemático que resulte práctica de hormigonado.

DE OLIVEIRA, Thaís Mayra; LAGE, Elisa Coelho; CARVALHO, Vanessa Cristina Rezende (2020), del país de Brasil en su artículo “Diferentes clases de estudio de concretos para curvas de correlación nacionales para prueba de esclerometría”. Su **objetivo** fue completar la NBR 7584 (2012), estudiar las dosificaciones para el concreto ensayo de la resistencia, a saber, C20 a C50 con una variación de 5 en 5MPa, utilizados en la construcción civil Nacional, también de evaluación del índice esclerométrico y módulo de elasticidad. La **metodología** fue experimental. Obteniendo **resultados** cabe señalar que, para una misma resistencia a la compresión, los valores de impactos difieren dependiendo de la posición del martillo, por lo que la necesidad de tres curvas de correlación: Posición 1: $f_c = 0.0223(I)^2 - 0.2612(I) + 21.170$ $R^2 = 0.9822$ (Ec. 1), Posición 2: $f_c = 0.0411(I)^2 -$

$1.1206(I) + 31.329 R^2 = 0.9751$ (Ec. 2), posición 3: $f_c = 0.0192(I)^2 - 0.1225(I) + 17.210 R^2 = 0.9937$ (Ec. 3), donde: f_c es resistencia superficial a la compresión del hormigón (MPa). La lectura es esclerométrica (valor de impacto). La **conclusión** la utilización de métodos no destructivos para evaluar estructuras puede ser muy útil en la calidad del concreto o en el análisis de estructuras con daños posibles, así como el ensayo de esclerometría estudiado indica buena fiabilidad, solo si los materiales, la dosificación de insumos y las condiciones en que se ejecutó el concreto son conocidos.

ESTACECHEN, Tatiana Alves Cecilio (2020), en su revista, que tiene por título “Comparación de la resistencia a la compresión del concreto mediante ensayos destructivos y no destructivos” del país de Brasil. Tuvo como **objetivo** evaluar la semejanza de resistencia a compresión del concreto con los métodos propuestos: moldeo de probetas, núcleos y martillo de rebote, para brindarla la elección del método más confiable de una estructura ya ejecutada. Su **metodología** fue experimental. Los **resultados** se demostraron que con el ensayo de esclerometría se obtuvieron valores de resistencia del concreto altos en un 18.01 % con respecto a los resultados de probetas efectuadas en laboratorio y un 23.37 % en relación a los resultados de núcleos diamantinos. Se notaron que en las pruebas destructivas de la resistencia a compresión fueron muy similares. Se **concluyo** de los 03 métodos utilizados en la evaluación de resistencia a compresión del concreto, el más confiable es el moldeo y rotura de probetas, seguido de núcleos diamantinos para estructuras ya ejecutadas.

BORGES, JEFERSON DE FARIA (2019), en su tesis titulada “Estudio comparativo de técnicas destructivos y no destructivos en la evaluación de resistencia mecánica en pilares de hormigón armado de Brasil”. Su **objetivo** en el presente trabajo es determinar una lista de estudios de la resistencia del concreto obtenidos mediante ensayos no destructivos y destructivos realizados sobre pilares de concreto. Su **metodología** fue experimental. Obteniendo **resultados** se encontró que las pruebas destructivas demostraron resultados bajos sobre la edad de interrupción y sometimiento del proceso no destructivo del concreto, excepto la edad de 7 días donde el método de compresión axial había ventaja sobre el método no destructivo. El ensayo no destructivo se obtuvo resultados mayores en comparación con la prueba destructiva, también a los 14 días hubo un aumento del 96,08 %, de la

misma forma a los 21 días mostró un nuevo aumento de 155.81 % y por último a los 28 días dio un resultado 297,76 % mayor en contraste con el método destructivo. Tuvo la **conclusión** de la resistencia del hormigón utilizado en obra no cumplen los requisitos mínimos y esto puede comprometer la seguridad de la estructura, trayendo problemas futuros, como diversas patologías. Comparando estas dos pruebas, se puede decir el método no destructivo alcanzo resultados mayores y más adecuados en relación al destructivo, sin embargo, ambos proporcionaron resultados decepcionantes.

Como **artículos científicos** tenemos a SOCARRÁS CORDOVÍ, Yamila Concepción (2020) en su artículo “Evaluación de la calidad del concreto en edificaciones construidas con el sistema prefabricado gran panel soviético del País de Cuba”. Tuvo como **objetivo** conocer la calidad del concreto en las edificaciones existentes construidas con el sistema prefabricado Gran panel soviético. Su **metodología** fue experimental. Los **resultados** de 09 elementos evaluados se determinaron elevados porcentajes de humedad, en 16 elementos analizados existe similitud en la valoración cualitativa tanto de los ensayos de esclerometría y pulso ultrasónico, la calidad del concreto en ambos ensayos es malo, en 07 elementos se aprecia que los valores obtenidos del intervalo del potencial de corrosión son negativos. Por ende, se **concluye** que existe la necesidad de realizar ensayos destructivos para obtención de resistencia a la compresión de los elementos.

PORRAS NAVARRO, Carlos Alberto; AGUILAR BALBUENA, Manuel; PUIG MARTÍNEZ, René (2019) en su artículo “Casos de estimación de la resistencia a compresión del hormigón armado validando ecuaciones de regresión que combinan el empleo de ensayos no destructivos (NDT) con ensayos destructivos (DT) en Cuba”. Tuvo como **objetivo** conocer los resultados obtenidos con la aplicación de los ensayos destructivos combinados con los ensayos no destructivos para estimar la resistencia a la compresión del concreto en estructuras de concreto armado, empleando como herramienta primordial el método SONREB. La **metodología** fue de tipo descriptiva. Los **resultados** el valor de resistencia obtenido en el análisis de las vigas de 115 cm de peralte, se mueven en un rango entre 21,87 MPa y 25,67 MPa. El valor de fck promedio es de 23,5 MPa, el valor más bajo obtenido es el 78 % del de proyecto, el más alto está en un 91% del de proyecto y el promedio es de

un 83 % del de proyecto. El valor de resistencia obtenido en el análisis de las vigas de 65 cm de peralte, se mueven en un rango entre 25,05 MPa y 32 MPa. El valor de f_{ck} promedio es de 27,79 MPa, el valor más bajo obtenido es el 89,46% del proyecto, el más alto está en un 114,28% del proyecto y el promedio es de un 99,25 % del proyecto. El valor de resistencia obtenido en el análisis de las columnas, se mueven en un rango entre 24,15 MPa y 26,72 MPa. El valor de resistencia a compresión estimada promedio (f_{ck} promedio) es de 25,33 MPa, el valor más bajo obtenido es el 86,25 % del proyecto, el más alto está en un 95,42% del proyecto y el promedio es de un 90,46 % del proyecto. La **conclusión** la estimación de resistencia a la compresión del hormigón puede realizarse empleando de forma combinada métodos de ensayos destructivos y no destructivos, lográndose veracidad y operatividad en la estimación de resultados que pueden ser útiles para los proyectistas cuando se necesita revisar estructuras antiguas en las que se van a realizar cambios de uso o revisión a partir de dudas sobre los estados actuales.

OLIVEIRA, T. M. (2018) del país de Brasil en su revista “Análisis y validación de curvas de correlación entre esclerometría y pruebas de compresión para evaluación de la resistencia a la compresión del hormigón”. Su **objetivo** obtuvo curvas de correlación entre ensayos de esclerometría y ensayos mecánicos a partir de un extenso programa experimental efectuado sobre 630 probetas de hormigón. usando materiales y métodos disponibles en Brasil. La **metodología** fue experimental comprendió 7 clases de muestras de concreto identificadas. Los **resultados** que obtuvieron fueron: Posición 1 (\rightarrow): $f_{cs} = 1.5403 I_a - 2.1899$, Posición 2 (\downarrow): $f_{cs} = 1,6045 I_a - 1,4504$, Posición 3 (\uparrow): $f_{cs} = 1.5887 I_a - 6.1778$ donde: I_a es el promedio de 16 lecturas del esclerómetro, como se especifica por códigos y los valores de f_{cs} se compararon con los de f_c obtenidos a partir de muestras cilíndricas de hormigón de 28 días de edad, coladas con fines de control tecnológico. La **conclusión** a pesar de que la aplicación de la esclerometría va en aumento en todo el mundo, por su factibilidad y características no destructivas, es de suma importancia establecer protocolos que permitan curvas de correlación. Los resultados experimentales aquí presentados denotan la necesidad de códigos específicos para la aplicación segura de esta técnica en aplicaciones prácticas.

ANDRADE Beatriz, ROSINSKI Arthur, APARECIDO Antonio (2018) en su artículo “Prueba de esclerometría para la estimación de resistencia a la compresión del

concreto en obras en la Ciudad de Maringá Brasil". Su **objetivo** realizó la estimación de resistencia a compresión del concreto mediante el ensayo de esclerometría en obras que utilizaron hormigón mezclado manualmente en la Región de Maringá y evaluarlo, correlacionándolo a los datos recogidos en las visitas. La **metodología** fue de tipo descriptiva fueron seleccionados diez obras en curso que utilizaron hormigón colado en obra, a edades entre 45 y 150 días de curado. En cada obra se realizó una prueba de esclerometría en columna para estimar la resistencia a compresión del hormigón. **Resultados** para correlacionar Q_e con la resistencia a compresión del hormigón, una curva obtenida a través de pruebas de esclerometría en muestras cilíndricas, Para esta, fueron hecho 14 ensayos en cuerpos en prueba, entre 28 y 45 días. La curva con la mejor correlación fue exponencial, con $R^2 = 0.7551$, se obtuvieron los resultados de la curva de correlación valores entre 35.04 y 49.38. $f'c, cor = 0.0002 \cdot Q_e^{3.2136}$ donde: $f'c, cor$ es el valor estimado de resistencia a la compresión. La **conclusión** se nota que, con presencia de un profesional técnico hay tendencia del concreto posee resistencia más alta. El ensayo de esclerometría se presenta como una excelente alternativa para la estimación de resistencia a compresión del hormigón, ya que es un ensayo sencillo y con equipo en fácil acceso en el mercado. Sin embargo, sus resultados dependen de varias variables: tipos de materiales utilizados en el hormigón, presencia de huecos y armaduras, uso de desmoldantes, carbonatación, preparación de superficie, entre otros.

KOWALSKI Robert, WRÓBLEWSKA Julia (2018) en el artículo "Aplicación de un esclerómetro a la evaluación preliminar de la calidad del hormigón en estructuras después del incendio de Polonia". Su **objetivo** mostro una descripción y resultados de un estudio de la aplicación del método esclerométrico para estimar la calidad del concreto en estructuras posteriormente a un incendio. **Metodología** fue experimental. **Resultados** se observó una baja significativa en el número de rebote dependiendo de la duración del calentamiento. En la viga expuesta a alta temperatura durante 60 minutos, el número de rebote se redujo en un 17% y el espesor de la capa de concreto dañado fue de 24 mm. Para la viga calentada durante 240 minutos, el número de rebote disminuyó significativamente en un 74% y el espesor de la capa de concreto degradado fue 46 mm. **Conclusión** los resultados alcanzados corroboran que el método esclerométrico se puede utilizar

para realizar la evaluación calidad preliminar del concreto en la capa próxima a la superficie de elementos en estructuras después de un incendio. En el estudio mostrado, las superficies de las vigas expuestas a altas temperatura no fueron triturados, pero se observó una pequeña dispersión de los datos obtenidos.

Como definición de **elementos estructurales**: Son partes de una construcción o edificación que soportan los esfuerzos y deformaciones de una determinada estructura, las estructuras tienen siguientes componentes: (Villarreal, 2011, p.3).

Columnas, son elementos de concreto armado, son los encargados de soportar cargas verticales y también las fuerzas horizontales, dichos elementos actúan a compresión, también en algunos casos a tracción (Villarreal, 2011, p.14).

Vigas, son los elementos que soportan cargas transversales en vertical con respecto a la viga sobre su eje longitudinal. Normalmente estas trabajan a flexión, reciben las cargas de las losas para así transferir a columnas y muros. (Villarreal, 2011, p.24)

Ensayo de esclerometría, tiene como Normas: (ASTM C805M-13a, NTP 339.181), su concepto, conocido como martillo de Schmidt o esclerómetro (Neville, 1995), esta prueba no destructiva es la más antigua y se convirtió en el primer instrumento más utilizado en el mundo para la estimación no destructiva de las propiedades de la resistencia del concreto, el cual es impulsado por una masa metálica por medio de la extensión de un resorte, el cual impacta en un vástago de acero expuesta a la superficie del concreto y rebota. (Realpe, 2016, p.16).

Importancia, determina la dureza superficial del concreto, además es útil para evaluar la uniformidad del concreto, puede delimitar las zonas de baja resistencia y contribuye junto a otros métodos no destructivos a evaluar estructuras. (NTP 339.181, 2013, pp.3-4).

Verificación, el equipo deberá ser revisado y verificado cada año y cuando exista dudas en su funcionamiento (NTP 339.181, 2013, p.4).

Esclerómetro o Martillo de Rebote, es una barra acerada, que recibe un golpe de una pieza de acero la cual será empujada por un resorte. Dicho impacto se trasfiere a la superficie de concreto, este desplazamiento se registra en escala lineal fija. (ver figura 1) (NTP 339.181, 2013, p.4).

Piedra abrasiva, compuesta por partículas de un tamaño medio de carburo de silicio o de otro material de textura equivalente (NTP 339.181, 2013, p.4).

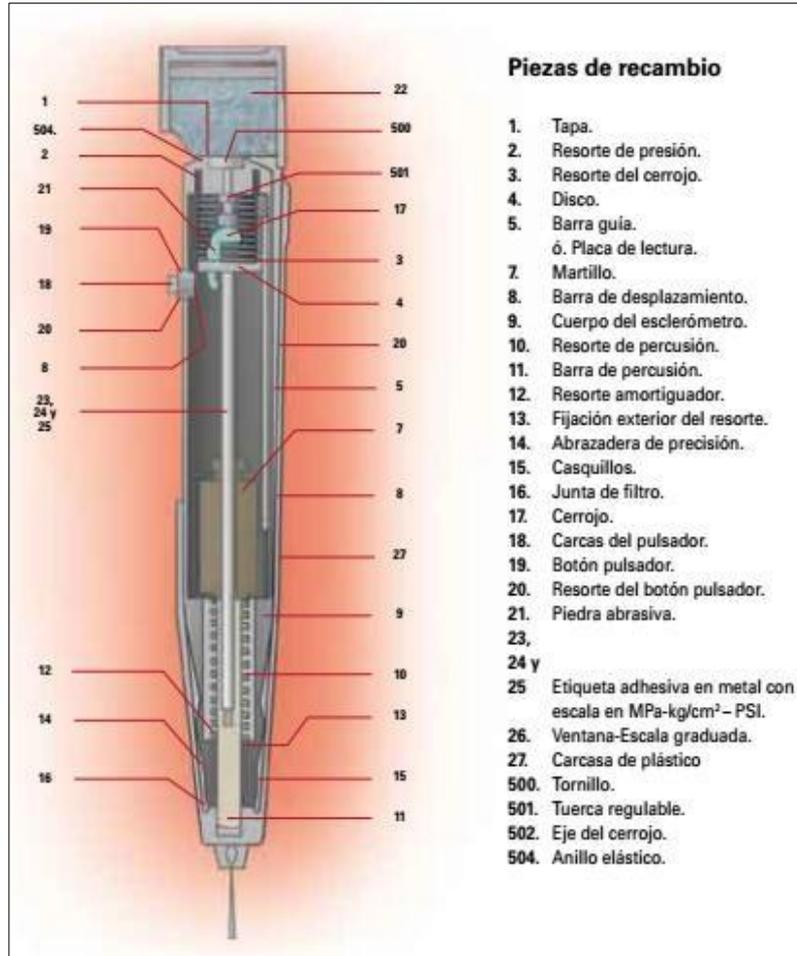


Figura 1. Equipo esclerómetro



Figura 2. Equipo esclerómetro HT-225

Muestras para el ensayo:

La zona evaluar debe tener como mínimo 6" (150 mm.) de diámetro y 4". (100 mm.) de espesor, para evitar lecturas erróneas. Se evitará las zonas que tienen rugosidades, vacíos o porosidad y superficies que tengan acabados. Las lecturas a ser comparadas, se deben efectuar en la misma dirección del impacto (horizontal, vertical, arriba, abajo o inclinadas respetando el mismo ángulo) (NTP 339.181, 2013, p.5).

Extracción de Núcleos Diamantinos, tiene como **normas:** (A.S.T.M. C 42M-13, NTP 339.059), su **concepto**, en estos ensayos se extrae parte del concreto de un elemento estructural, este ensayo se emplea para obtener información de la resistencia a compresión de estructuras cuando se presentan incertidumbre sobre la calidad del concreto que se ha puesto en una estructura, también por indicios de deterioro en la estructura o cuando los resultados presentan registros bajos durante los ensayos de resistencia a compresión. (ASTM C42, 2004, p.1).

Importancia, permite determinar resistencia del concreto mediante la extracción de muestras representativas de estructuras existentes. Este procedimiento es empleado en distintas situaciones, como: cuando hubo anomalías en la construcción, deficiencias en el curado, incendio, estructuras antiguas, etcétera (NTP 339.059, 2011, p6).

Diámetro, las muestras deben de tener como mínimo (03) veces el tamaño máximo del agregado grueso usado en el concreto (NTP 339.059, 2011, p6).

Se sugiere que el diámetro mínimo del núcleo extraído sea como mínimo 2 pulg.

Longitud, de preferencia la muestra capeada está entre 1.9 y 2.1 veces el diámetro. Si la relación de longitud/diámetro del núcleo diamantino sobrepasa 2.1, disminuir la longitud de este. Los núcleos con relaciones longitud / diámetro igual o menores a 1.75 requerirán correcciones (NTP 339.059, 2011, p6).

Equipo, taladro provisto de una broca de forma cilíndrica con una pared delgada y corona diamantada y/o algún material parecido; este equipo deberá contar con un sistema de enfriamiento de la broca para impedir la alteración y calentamiento del concreto (NTP 339.059, 2011, p4).

Ensayos de resistencia a la compresión, tiene como **normas:** (ASTM C 39M – 16, NTP 339.034) su **concepto**, es una prueba y/o ensayo muy trascendental para obtener la resistencia del concreto, aplicado a las probetas o muestras a cargas

axiales y así obtener su resistencia alta a la compresión, generalmente después de la edad de 28 días el concreto continúa adquiriendo una mayor resistencia, medido en kg/cm^2 o MPa y con símbolo $f'c$. (Montealegre, 2019, p. 25).

Importancia, se emplean primordialmente para comprobar que la mezcla del concreto respete los requerimientos de resistencia establecidos ($f'c$). además, se usa en el control de calidad, aceptación o determinación de resistencia en elementos estructurales (NTP 339.034, 2015, p.3).

Máquina de ensayo, su capacidad debe ser conveniente, esta no debe ser operada de forma manual (operada con energía) y debe tener una velocidad de carga sobre la muestra de $0,25 \pm 0,05$ MPa. de forma continua. Está equipada de dos bloques de acero, uno de ellos se posicionará sobre una rótula, permitiéndole acomodarse a la parte superior de la muestra, y el otro se posicionará sobre una base sólida en el que descansa la parte inferior. Las caras de estos bloques deben ser paralelos y deben tener una mínima dimensión no menor al 3% del diámetro de las muestras (NTP 339.034, 2015, p.3).



Figura 3. Equipo de ensayo a la compresión

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

- Se tiene por objeto resolver los problemas derivados de la producción, distribución, circulación, consumo de bienes y servicios de cualquier trabajo humano.

Se nombra aplicada. Porque es a partir de la investigación básica, pura o fundamental de las ciencias reales o de las ciencias formales, se forman problemas o hipótesis de trabajo para resolver los problemas de la vida productiva de la sociedad. También se le llama tecnología, porque su producto no es conocimiento puro, sino tecnología (Concytec, 2020, p.5).

Diseño de Investigación

- Se tiene una Investigación no experimental, porque el estudio se desarrollará en campo y no tendrá control sobre las variables, sin embargo, el investigador seleccionará muestras previamente establecidas (Hernández, Fernández, Baptista, 2010, p.203).

También Hernández et al. (2010) indica que es una investigación transversal, pues se recolectaran los datos en un tiempo y espacio determinado (p.208).

Nivel de investigación

- Esta investigación será explicativa, porque según Hernández et al. (2010) se responderá las causas de la variabilidad entre los resultados obtenidos mediante estos dos métodos para obtener el valor de la resistencia a compresión del concreto (p.108).

Enfoque de investigación

- Esta investigación es cuantitativa porque según Hernández et al. (2010) primero se obtendrán datos, se analizarán ya que estos son cuantificables (p.4).



O: Muestra.

X: Ensayos a realizar.

R: Resultados.

- Se analizaron los resultados entre los ensayos de esclerometría (índice de rebotes y la resistencia a compresión del c° de núcleos diamantinos, para encontrar una correlación que vincule ambos resultados con la resistencia del concreto.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente. Interpreta los resultados y consecuencias de los fenómenos estudiados, en el marco de la hipótesis. (PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al., 2014. p. 186)

- Ensayo de esclerometría.
- Extracción de núcleos diamantinos de concreto.

Variables dependientes. Dentro del marco teórico no se cambia, a pesar de, se cuantifica para poder examinar el resultado de maniobrar las variables independientes encima de ella. (SAMPIERI, Roberto Hernández., 2018. p. 99)

- Resistencia a la compresión de concreto.

- **Definición conceptual:**

Variable independiente 1 (Ensayo de esclerometría). Conocido como martillo de Schmidt o esclerómetro (Neville, 1995), esta prueba no destructiva es la más antigua y se convirtió en el primer instrumento más utilizado en el mundo para la estimación no destructiva de las propiedades de resistencia del concreto, el cual es impulsado por una masa metálica por medio de la extensión de un resorte, el cual impacta en un vástago de acero expuesta a la superficie del concreto y rebota. (Realpe G. 2016, p.16).

Variable independiente 2 (Extracción de núcleos diamantinos de concreto). En estos ensayos se extrae parte del concreto de un elemento estructural, este ensayo se utilizó para obtener información de resistencia a la compresión de estructuras cuando se presentan dudas sobre la calidad del concreto puesto en una estructura, también por indicios de deterioro en la estructura o cuando los resultados presentan registros bajos durante los ensayos de resistencia a compresión. (ASTM C42 2004, p. 1).

Variable dependiente (Resistencia a la compresión de concreto).

Es una prueba y/o ensayo muy trascendental para obtener la resistencia del concreto, aplicado a las probetas o muestras a cargas axiales y así obtener su resistencia alta a la compresión, generalmente después de la edad de 28 días el concreto continúa adquiriendo una mayor resistencia, medido en kg/cm² o MPa y con símbolo f'c. (Montealegre 2019, p. 25).

- **Definición operacional:**

Variable independiente 1 (Ensayo de esclerometría). Para realizar dicho trabajo se usó el equipo esclerómetro.

Variable independiente 2 (Extracción de núcleos diamantinos de concreto). Para realizar dicho ensayo se utilizó un taladro de broca tubular diamantado para la extracción de los testigos diamantinos de concreto.

Variable dependiente (Resistencia a la compresión de concreto).

Para realizar dicho ensayo se empleó el equipo o máquina de ensayo de resistencia a compresión simple en los testigos diamantinos de concreto.

- **Indicadores:**

Variable independiente 1 (Ensayo de esclerometría).

- N° de rebotes

Variable independiente 2 (Extracción de núcleos diamantinos de concreto).

- Pulg.

Variable dependiente (Resistencia a la compresión de concreto).

- Años
- kg/cm²

- **Escala de medición:** De razón para las variables del presente estudio (Variable independiente y dependiente).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Hernández et al. (2010), conjunto de todos los elementos que tienen similares características (p. 238).

La población son los elementos estructurales (vigas y columnas) y núcleos diamantinos de tres (03) viviendas de la Residencial Aeropuerto de Juliaca. que se detalla en las tablas (ver tabla 1 y 2).

Tabla 1. Ensayos de esclerometría

| ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA | | | |
|--------------------------|--------------------------------------|----------|---------------------|
| MUESTRA | N° DE ENSAYOS EN ELEM. ESTRUCTURALES | | TOTAL, N° DE PUNTOS |
| | VIGAS | COLUMNAS | |
| VIVIENDA 01 | 3 | 3 | 6 |
| VIVIENDA 02 | 3 | 3 | 6 |
| VIVIENDA 03 | 3 | 3 | 6 |
| TOTAL | 9 | 9 | 18 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Ensayos de extracción de núcleos diamantinos

| ENSAYOS DE NÚCLEOS DIAMANTINOS | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------|---------------------|
| MUESTRA | N° DE ENSAYOS EN ELEM. ESTRUCTURALES | | TOTAL, N° DE PUNTOS |
| | VIGAS | COLUMNAS | |
| VIVIENDA 01 | 3 | 3 | 6 |
| VIVIENDA 02 | 3 | 3 | 6 |
| VIVIENDA 03 | 3 | 3 | 6 |
| TOTAL | 9 | 9 | 18 |

Fuente: elaboración propia.



Figura 4. Núcleos diamantinos

- **Criterios de inclusión:** Se refiere a la totalidad de las características particulares el cual debe poseer una cosa (sujeto) con el fin de que esta sea incluida en la investigación. (Arias, Villasís y Novales, 2016, p. 204).
 - Viviendas de (02) dos pisos
 - Elem. Estructurales (Columnas y vigas) sin revestimiento.
- **Criterios de exclusión:** Se trata a características el cual pueden cambiar o modificar los resultados presentados por el participante, haciéndolo no apto para la investigación. Estos criterios de exclusión suelen estar relacionados con la edad, Es importante señalar que estas propiedades no corresponden al "opuesto" de los criterios de inclusión. (Arias, Villasís y Novales, 2016, p. 204).
 - Elem. Estructurales (Columnas y vigas) con revestimiento.

Muestra: Para Hernández et al. (2010), es un subconjunto perteneciente a una población (p. 236).

En el presente estudio el total de la población se convirtió en la muestra.

Muestreo: Proceso por el cual se sabe la probabilidad que puede tener un elemento de estar en la muestra" (Arias, 2006, p. 83).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de investigación: Hernández et al. (2010) las técnicas son una agrupación de recursos diseñados para obtener, acumular, examinar y transmitir los datos sobre la situación que se investiga (p. 250).

Se utilizó las técnicas de observación, estudios profesionales, ensayos destructivos (núcleos diamantinos), ensayos no destructivos (esclerometría) de los elementos estructurales, considerando las características de cada vivienda, de esta forma realizaremos una medición cuantitativa.

Instrumentos de recolección de datos: Los formatos de evaluación, son instrumentos de recopilación de datos, donde participan elementos seleccionados que otorgan respuestas ya sea oral o escrita. Amaru, Vargas (2017, p. 55)

Los instrumentos utilizados son:

- Formatos para el recojo de datos del ensayo de esclerometría.
- Formatos para el recojo de datos del ensayo de resistencia a la compresión.

Validez: Hernández et al. (2010) es el grado en la que un instrumento mide verdaderamente las variables que intenta medir (p.200).

La validez de esta investigación es respaldada por (03) juicios de expertos.

Confiabilidad: Hernández et al. (2010) se refiere al grado en que su aplicación reiterada al mismo sujeto u cosa ocasiona resultados iguales. (p. 200).

3.5. Procedimientos:

Primero se solicitó autorización al presidente de la Residencial Aeropuerto de Juliaca, para realizar un recorrido del área a ser estudiada, posteriormente se procederá a visitar a las viviendas seleccionadas y se pedirá a los propietarios nos brinden facilidades para realizar los ensayos correspondientes.

Se efectuó los ensayos con el equipo de esclerometría (índice de rebote) realizado a los elementos estructurales en viviendas se consideró lo siguiente:

- Las superficies ensayadas, eran de un espesor no menor a 100 milímetros. Se quitó de la superficie (pintura, polvo u otro elemento ajeno del concreto).
- Se habilitó la superficie del ensayo realizando un pulido utilizando piedra abrasiva sobre la superficie de prueba. No deberá realizar el ensayo en concreto congelado. No se realizará el ensayo directamente sobre acero de refuerzo con un recubrimiento menor de 20 milímetros.
- Para poder comparar las lecturas, los ensayos se realizaron en la misma dirección de impacto.
- Se apoyó con firmeza el equipo manteniendo el émbolo perpendicular a la superficie, aumentando progresivamente la presión hasta que el martillo impacte y se tome la lectura aproximándolo al entero. No deberá realizarse dos impactos en menos de 25 milímetros.
- Para el cálculo, se realizó diez (10) disparos con el esclerómetro y se obtuvo el promedio. Se eliminó las lecturas que difieran del promedio en más de 6 unidades y se logró un promedio final. Si más de 2 lecturas varían en 6 unidades del promedio, se descartó todas las lecturas.

Posteriormente se ha realizado la extracción de núcleos diamantinos de concreto, para ello se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Se ha realizado un escaneo de las áreas de extracción, esto para no afectar el acero de refuerzo de la estructura.
- La extracción se realizó de manera perpendicular a la superficie del elemento, cuidando que no existan juntas ni estén próximas a los bordes, esto se ejecutó con un taladro de broca tubular de diamantina.
- Una hora después se colocó las muestras en bolsas selladas, lo que aseguró un adecuado acondicionamiento y así se evitó abolladuras, deterioros y humedad en la superficie de las probetas extraídas.
- Por último, se procedió a realizar el rompimiento de los núcleos diamantinos, este procedimiento se efectuó después de cinco (07) días de su extracción y perfilado de las muestras.

Para la reposición de orificios:

- Se limpiaron internamente las áreas con la ayuda de trapos.
- Se realizó el preparado del mortero de reparación y epóxico, siguiendo las indicaciones del fabricante. Esta mezcla es uniforme.
- La superficie interna del orificio se ha empapada con epóxico, con la ayuda de una brocha. Mientras aún este fresco, se rellenó con mortero de reparación.
- La superficie exterior es frotachada.

3.6. Método de análisis de datos:

Esta es una disciplina que nos da una metodología, basada en las matemáticas, para recopilar, procesar, resumir y presentar informaciones relevantes para un estudio de interés, convirtiéndolos para interpretar las estadísticas para sacar conclusiones, garantizar la adecuación de los procedimientos. Además, propone métodos que favorezca deducir características a partir de muestras de elle. (Rustom, 2012, p.9).

Los resultados obtenidos, son insertados en una base de datos en Excel (tablas y figuras), utilizando métodos estadísticos descriptivos, donde se ha utilizado t de student obteniendo la media, varianza y la desviación estándar, los que son analizados e interpretados para validar o rechazar la hipótesis planteada en esta investigación, se utilizaran tablas, gráficos y correlaciones que nos permitirá obtener conclusiones.

3.7. Aspectos éticos:

En esta investigación se ha respetado los adecuados procedimientos técnicos basándonos en las normas estipuladas en el R.N.E. (E-060 de concreto armado) y las N.T.P. por otro lado el investigador posee principios éticos y morales, lo que se verá reflejado en el recojo y análisis de datos, también se contará con el asesoramiento y respaldo de los profesionales especialistas del laboratorio.

IV. RESULTADOS:

En la presente se muestran los resultados de las pruebas obtenidas de los ensayos de investigación basada en la información mediante técnicas e instrumentos, de esta manera están plasmados los resultados a través de cuadros, gráficos estadísticos y descripciones realizadas, por lo que permitirá solucionar los objetivos de la presente investigación planteada.

Las viviendas evaluadas se encuentran localizadas en la Residencial Aeropuerto de la Ciudad de Juliaca.



Figura 5. Fotografía de ubicación de la R.A.J.

Resultados con respecto al objetivo específico 1.

Se observa los resultados obtenidos mediante los ensayos de esclerometría (número de rebotes) de los elementos estructurales (columnas y vigas) en 03 viviendas, alcanzando el índice de rebote promedio (q) (ver tabla 3). El índice de rebote promedio mínimo es de 15,00 y el máximo promedio de rebotes es de 29.00 , teniendo como promedio de 180 puntos muestreadas es de 23.00 rebotes.

Tabla1. Resultado de los ensayos de índice de rebotes con esclerómetro

| N° | CODIGO | PISO | ELEMENTO ESTRUCTURAL | NUMERO DE REBOTE | | | | | | | | | | ÍNDICE DE REBOTE (q) PROM. |
|------------|----------------|------|----------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----------------------------|
| | | | | q1 | q2 | q3 | q4 | q5 | q6 | q7 | q8 | q9 | q10 | |
| VIVIENDA 1 | DV1-1, EV1-1 | 2 | C-1 (30x25 cm2) | 19 | 22 | 24 | 20 | 23 | 21 | 23 | 22 | 21 | 24 | 21.90 |
| | DV1-2, EV1-2 | 2 | C-1 (30x25 cm2) | 22 | 20 | 21 | 20 | 19 | 22 | 22 | 20 | 19 | 21 | 20.60 |
| | DV1-3, EV1-3 | 2 | C-1 (30x25 cm2) | 24 | 22 | 22 | 23 | 22 | 21 | 23 | 22 | 21 | 23 | 22.30 |
| | DV1-4, EV1-4 | 1 | V-1 (25x20 cm2) | 22 | 21 | 24 | 23 | 22 | 25 | 24 | 22 | 24 | 23 | 23.00 |
| | DV1-5, EV1-5 | 1 | V-1 (25x20 cm2) | 15 | 14 | 17 | 15 | 14 | 15 | 16 | 14 | 15 | 15 | 15.00 |
| | DV1-6, EV1-6 | 1 | V-1 (25x20 cm2) | 20 | 24 | 24 | 23 | 21 | 20 | 22 | 21 | 22 | 23 | 22.00 |
| VIVIENDA 2 | DV2-7, EV2-7 | 2 | C-1 (25x25 cm2) | 20 | 19 | 21 | 18 | 20 | 22 | 21 | 22 | 20 | 22 | 20.50 |
| | DV2-8, EV2-8 | 2 | C-1 (25x25 cm2) | 24 | 23 | 26 | 24 | 26 | 23 | 26 | 27 | 24 | 25 | 24.80 |
| | DV2-9, EV2-9 | 2 | C-2 (25x30 cm2) | 22 | 24 | 21 | 25 | 24 | 26 | 23 | 24 | 22 | 23 | 23.40 |
| | DV2-10, EV2-10 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 16 | 17 | 14 | 15 | 14 | 16 | 15 | 16 | 15 | 17 | 15.50 |
| | DV2-11, EV2-11 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 16 | 20 | 18 | 20 | 16 | 17 | 18 | 17 | 16 | 16 | 17.40 |
| | DV2-12, EV2-12 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 27 | 25 | 26 | 27 | 28 | 25 | 26 | 24 | 28 | 28 | 26.40 |
| VIVIENDA 3 | DV3-13, EV3-13 | 1 | C-2 (25x30 cm2) | 22 | 26 | 24 | 24 | 26 | 23 | 25 | 23 | 25 | 23 | 24.10 |
| | DV3-14, EV3-14 | 1 | C-1 (25x25 cm2) | 30 | 28 | 31 | 29 | 28 | 27 | 29 | 28 | 30 | 27 | 28.70 |
| | DV3-15, EV3-15 | 1 | C-1 (25x25 cm2) | 31 | 28 | 30 | 27 | 29 | 28 | 30 | 29 | 27 | 31 | 29.00 |
| | DV3-16, EV3-16 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 28 | 25 | 27 | 26 | 28 | 29 | 26 | 29 | 27 | 28 | 27.30 |
| | DV3-17, EV3-17 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 29 | 26 | 28 | 26 | 30 | 30 | 25 | 29 | 28 | 27 | 27.80 |
| | DV3-18, EV3-18 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 25 | 24 | 22 | 25 | 27 | 27 | 28 | 24 | 24 | 28 | 25.40 |

Fuente: elaboración propia.



Fotografía 1 y 2: Se realizó los ensayos con esclerómetro en los elementos estructurales (columnas y vigas) de las viviendas Residencial Aeropuerto.

Resultados con respecto al objetivo específico 2.

Con respecto al desarrollo del siguiente objetivo indicamos a continuación las tablas donde se detallan los resultados de las pruebas de resistencia a compresión del concreto (f_c) por el método de núcleos diamantinos de (03) viviendas tomadas, tal como muestra (ver tablas 6, 7, y 8).

Tabla2. Resultado de los ensayos de resistencia a compresión de núcleos diamantinos (viv. 01)

| N° | ELEMENTO ESTRUCTURAL | VARIABLES GEOM. ASTM C-42 | | | | ENSAYO A COMPRESIÓN ASTM C-39 | | |
|---------|----------------------|---------------------------|---------------|----------|----------------------|-------------------------------|-------------------------|---|
| | | ALTURA (cm) | DIÁMETRO (cm) | ESBELTEZ | FACTOR DE CORRECCIÓN | CARGA DE ROTURA (kg) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²) |
| VIV. 01 | COLUMNA | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 616.00 | 13.20 | 46.70 |
| | COLUMNA | 8.15 | 4.10 | 1.99 | 1.00 | 546.70 | 13.20 | 41.40 |
| | COLUMNA | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 632.50 | 13.20 | 48.00 |
| | VIGA | 8.25 | 4.10 | 2.01 | 1.00 | 651.20 | 13.20 | 49.40 |
| | VIGA | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 435.60 | 13.20 | 33.00 |
| | VIGA | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 620.40 | 13.20 | 47.00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla3. Resultado de los ensayos de resistencia a compresión de núcleos diamantinos (viv. 02)

| N° | ELEMENTO ESTRUCTURAL | VARIABLES GEOM. ASTM C-42 | | | | ENSAYO A COMPRESIÓN ASTM C-39 | | |
|---------|----------------------|---------------------------|---------------|----------|----------------------|-------------------------------|-------------------------|---|
| | | ALTURA (cm) | DIÁMETRO (cm) | ESBELTEZ | FACTOR DE CORRECCIÓN | CARGA DE ROTURA (kg) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²) |
| VIV. 02 | COLUMNA | 8.25 | 4.10 | 2.01 | 1.00 | 544.50 | 13.20 | 41.30 |
| | COLUMNA | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 738.10 | 13.20 | 56.00 |
| | COLUMNA | 8.15 | 4.10 | 1.99 | 1.00 | 675.40 | 13.20 | 51.20 |
| | VIGA | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 445.50 | 13.20 | 33.80 |
| | VIGA | 8.25 | 4.10 | 2.01 | 1.00 | 487.30 | 13.20 | 37.00 |
| | VIGA | 8.25 | 4.10 | 2.01 | 1.00 | 820.60 | 13.20 | 62.20 |

Fuente: elaboración propia

Tabla4. Resultado de los ensayos de resistencia a compresión de núcleos diamantinos (viv. 03)

| N° | ELEMENTO ESTRUCTURAL | VARIABLES GEOM. ASTM C-42 | | | | ENSAYO A COMPRESIÓN ASTM C-39 | | |
|---------|----------------------|---------------------------|---------------|----------|----------------------|-------------------------------|-------------------------|---|
| | | ALTURA (cm) | DIÁMETRO (cm) | ESBELTEZ | FACTOR DE CORRECCIÓN | CARGA DE ROTURA (kg) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²) |
| VIV. 03 | COLUMNA | 8.15 | 4.10 | 1.99 | 1.00 | 717.20 | 13.20 | 54.40 |
| | COLUMNA | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 895.40 | 13.20 | 67.90 |
| | COLUMNA | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 905.30 | 13.20 | 68.60 |
| | VIGA | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 829.40 | 13.20 | 62.90 |
| | VIGA | 8.25 | 4.10 | 2.01 | 1.00 | 860.20 | 13.20 | 65.20 |
| | VIGA | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 771.10 | 13.20 | 58.50 |

Fuente: elaboración propia

De los ensayos realizados de resistencia a compresión a los corazones diamantinos de los elementos estructurales (columnas y vigas), se aprecia los siguientes resultados como: 33.00 kg/cm² (f'c) mínimo y un máximo de 68.60 kg/cm² (f'c), teniendo como promedio de 18 puntos muestreadas de 51.36 kg/cm² (f'c).





Fotografía 3, 4, 5, 6, 7 Y 8: Se efectuaron un escaneo de las áreas a extraer los ensayos de extracción de núcleos diamantinos en elementos estructurales (columnas y vigas) de las viviendas Residencial Aeropuerto.

Se aprecia finalmente la correlación entre los resultados obtenidos a través de ensayos de esclerometría (índice de rebotes) y el nivel de credibilidad de los resultados obtenidos de los ensayos de la resistencia a compresión de los corazones diamantinos. En seguida se aprecian los datos (ver tabla 7).

Tabla5. Resultados para determinar la curva personalizada entre número de rebotes y núcleos diamantinos

| CURVA PERSONALIZADA | | | | |
|---------------------|------|----------------------|---------------------|--|
| N° DE VIVIENDA | PISO | ELEMENTO ESTRUCTURAL | PROM. N° DE REBOTES | F°C NÚCLEOS DIAMANTINOS KG/CM ² |
| VIVIENDA 01 | 2 | COLUMNA | 21.90 | 46.70 |
| | 2 | COLUMNA | 20.60 | 41.40 |
| | 2 | COLUMNA | 22.30 | 48.00 |
| | 1 | VIGA | 23.00 | 49.40 |
| | 1 | VIGA | 15.00 | 33.00 |
| | 1 | VIGA | 22.00 | 47.00 |
| VIVIENDA 02 | 2 | COLUMNA | 20.50 | 41.30 |
| | 2 | COLUMNA | 24.80 | 56.00 |
| | 2 | COLUMNA | 23.40 | 51.20 |
| | 2 | VIGA | 15.50 | 33.80 |
| | 2 | VIGA | 17.40 | 37.00 |
| | 2 | VIGA | 26.40 | 62.20 |
| VIVIENDA 03 | 1 | COLUMNA | 24.10 | 54.40 |
| | 1 | COLUMNA | 28.70 | 67.90 |
| | 1 | COLUMNA | 29.00 | 68.60 |
| | 2 | VIGA | 27.30 | 62.90 |
| | 2 | VIGA | 27.80 | 65.20 |
| | 2 | VIGA | 25.40 | 58.50 |

Fuente: elaboración propia

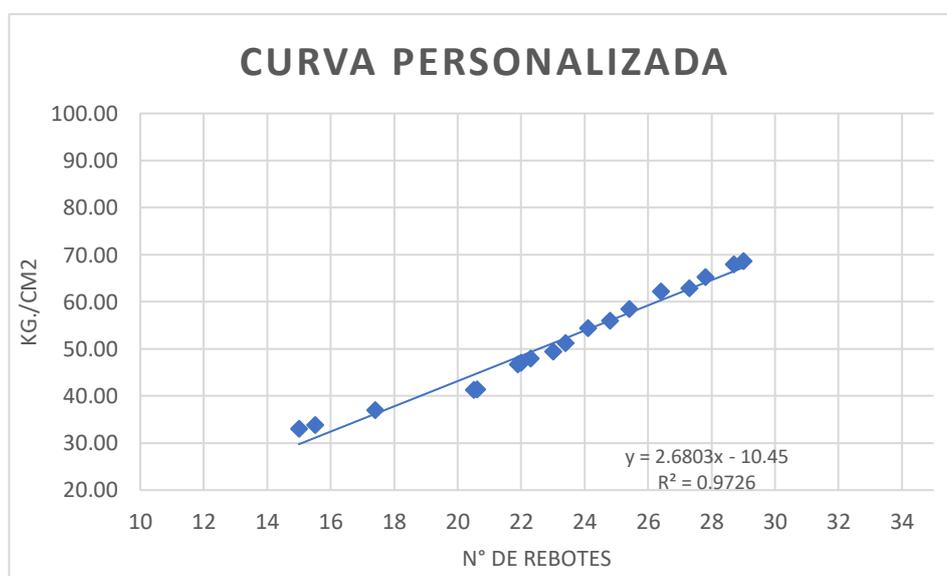


Figura 6. Con respecto a la curva personalizada entre número de rebotes y núcleos diamantinos

Luego de interpolar los resultados alcanzados entre el número de rebotes con (esclerómetro) y núcleos diamantinos. Como puede apreciar los resultados se ajusta a una ecuación lineal (ver Figura 6). luego, se realiza el procedimiento o sustento matemático.

Tabla6. Resultados y procedimientos para obtener la ecuación lineal

| Nº DE REBOTES (X) | F'C DE NUCLEOS DIAM. (Y) | X ² | XY | y = 2.6803x - 10.45 | e = y - \bar{y} | e ² | (Y - \bar{Y}) ² |
|-------------------|--------------------------|----------------|-----------------|---------------------|-------------------|----------------|-------------------------------|
| 21.90 | 46.70 | 479.6 | 1022.7 | 48.2 | -1.5 | 2.4 | 21.7 |
| 20.60 | 41.40 | 424.4 | 852.8 | 44.8 | -3.4 | 11.3 | 99.2 |
| 22.30 | 48.00 | 497.3 | 1070.4 | 49.3 | -1.3 | 1.7 | 11.3 |
| 23.00 | 49.40 | 529.0 | 1136.2 | 51.2 | -1.8 | 3.2 | 3.8 |
| 15.00 | 33.00 | 225.0 | 495.0 | 29.8 | 3.2 | 10.5 | 337.1 |
| 22.00 | 47.00 | 484.0 | 1034.0 | 48.5 | -1.5 | 2.3 | 19.0 |
| 20.50 | 41.30 | 420.3 | 846.7 | 44.5 | -3.2 | 10.2 | 101.2 |
| 24.80 | 56.00 | 615.0 | 1388.8 | 56.0 | 0.0 | 0.0 | 21.5 |
| 23.40 | 51.20 | 547.6 | 1198.1 | 52.3 | -1.1 | 1.1 | 0.0 |
| 15.50 | 33.80 | 240.3 | 523.9 | 31.1 | 2.7 | 7.3 | 308.4 |
| 17.40 | 37.00 | 302.8 | 643.8 | 36.2 | 0.8 | 0.7 | 206.2 |
| 26.40 | 62.20 | 697.0 | 1642.1 | 60.3 | 1.9 | 3.6 | 117.5 |
| 24.10 | 54.40 | 580.8 | 1311.0 | 54.1 | 0.3 | 0.1 | 9.2 |
| 28.70 | 67.90 | 823.7 | 1948.7 | 66.5 | 1.4 | 2.0 | 273.5 |
| 29.00 | 68.60 | 841.0 | 1989.4 | 67.3 | 1.3 | 1.7 | 297.2 |
| 27.30 | 62.90 | 745.3 | 1717.2 | 62.7 | 0.2 | 0.0 | 133.1 |
| 27.80 | 65.20 | 772.8 | 1812.6 | 64.1 | 1.1 | 1.3 | 191.5 |
| 25.40 | 58.50 | 645.2 | 1485.9 | 57.6 | 0.9 | 0.8 | 51.0 |
| 415.10 | 924.50 | 9870.87 | 22119.28 | | | 60.36 | 2202.70 |

Fuente: elaboración propia

Estos son los pasos para determinar la ecuación lineal $y = ax + b$.

En la que: n=18

$$a = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{3 * 22119.28 - 415.10 * 924.50}{18 * 9870.87 - 415.10^2}$$

$$a = 2.6803$$

El valor de "b" se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$b = \frac{\sum y - a \sum x}{n}$$

$$b = \frac{924.50 - 2.6803 * 415.10}{18}$$

$$b = -669.89$$

Para poder determinar el promedio "y", se resolvió mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{924.50}{18}$$

$$\bar{y} = 51.36$$

Para determinar el coeficiente de determinación "R", se resolvió de la siguiente manera.

$$R^2 = 1 - \left(\frac{\sum e^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} \right)$$

$$R^2 = 1 - \left(\frac{60.36}{2202.70} \right)$$

$$R^2 = 0.9726$$

Se ha logrado alcanzar una ecuación lineal $y = 2.6803x - 10.45$. Esto demuestra que el coeficiente de determinación es del 97.26% y existe una buena relación entre las dos variables.

Prueba t de student para dos muestras

La estadística se desarrolló a partir de los resultados obtenidos de los ensayos de esclerometría con el equipo (esclerómetro) en los elementos estructurales.

Tabla7. Resultados de esclerometría índice de rebotes promedio

| ITEM | COLUMNAS | VIGAS |
|----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 21.900 | 23.000 |
| 2 | 20.600 | 15.000 |
| 3 | 22.300 | 22.000 |
| 4 | 20.500 | 15.500 |
| 5 | 24.800 | 17.400 |
| 6 | 23.400 | 26.400 |
| 7 | 24.100 | 27.300 |
| 8 | 28.700 | 27.800 |
| 9 | 29.000 | 25.400 |
| Media | 23.9222 | 22.2000 |
| Varianza | 9.89444 | 25.71250 |
| Desv. estándar | 3.14554 | 5.07075 |
| n | 9 | 9 |

Tabla8. Resultados de prueba F para varianza de índice de rebotes promedio

| | COLUMNAS | VIGAS |
|---------------------------|-------------|---------|
| Media | 23.92222222 | 22.2 |
| Varianza | 9.894444444 | 25.7125 |
| Observaciones | 9 | 9 |
| Grado de libertad | 8 | 8 |
| F _{experimental} | 0.384810674 | |
| P(F<=f) una cola | 0.099180860 | |
| F _{crítico} | 3.438101233 | |

Donde:

$$T_{critico} > T_{experimental}$$

Entonces acepto la hipótesis nula por que $T_{critico} = 3.438101233 > T_{experimental} = 0.384810674$

Tabla9. Resultados de (f_c) núcleos diamantinos en kg/cm^2

| ITEM | COLUMNAS | VIGAS |
|----------------|------------------|------------------|
| 1 | 46.700 | 49.400 |
| 2 | 41.400 | 33.000 |
| 3 | 48.000 | 47.000 |
| 4 | 41.300 | 33.800 |
| 5 | 56.000 | 37.000 |
| 6 | 51.200 | 62.200 |
| 7 | 54.400 | 62.900 |
| 8 | 67.900 | 65.200 |
| 9 | 68.600 | 58.500 |
| Media | 52.8333 | 49.8889 |
| Varianza | 101.93250 | 168.52861 |
| Desv. estándar | 10.09616 | 12.98186 |
| n | 9 | 9 |

Tabla10. Resultados de prueba F para varianza de (f_c) núcleos diamantinos en kg/cm^2

| | COLUMNAS | VIGAS |
|---------------------------|-------------|------------|
| Media | 52.83333333 | 49.8888889 |
| Varianza | 101.9325 | 168.528611 |
| Observaciones | 9 | 9 |
| Grado de libertad | 8 | 8 |
| $F_{\text{experimental}}$ | 0.604837952 | |
| $P(F \leq f)$ una cola | 0.246427247 | |
| $F_{\text{crítico}}$ | 3.438101233 | |

Donde:

$$T_{\text{critico}} > T_{\text{experimental}}$$

Entonces acepto la hipótesis nula por que $T_{\text{critico}} = 3.438101233 > T_{\text{experimental}} = 0.604837952$

Planteamiento de hipótesis

Hipótesis nula: Que los valores del número de rebotes de esclerometría son = a los valores de la resistencia obtenidas por núcleos diamantinos.

Hipótesis alterna: Los valores del número de rebotes de esclerometría son \neq a los de resistencia obtenidas por núcleos diamantinos.

V. DISCUSIÓN:

VÉLEZ GALLARDO, Gustavo Antonio (2019). Concluyó que midió la regides del concreto respetando el tiempo (edad) y el tamaño nominal máximo de cada espécimen usando el equipo (esclerómetro) con la finalidad de obtener una correlación con la resistencia del concreto, efectuando así una correlación entre la dureza superficial y la resistencia a compresión del concreto en las distintas edades, el autor ha obtenido ecuaciones de correlación más óptimas para todas las ecuaciones de correlación, es decir, ecuaciones cúbicas con un coeficiente de determinación (R^2) superior al 95% de éxito. Comparada con los resultados obtenidos en la presente investigación, la ecuación correlacional lineal es la más optima de todas las ecuaciones de correlación y presenta un coeficiente de determinación (R^2) superior a 97.26%. Por lo que existe concordancia con los resultados obtenidos con el trabajo de tesis de Vélez. De los resultados obtenidos con el equipo (esclerómetro). se asevera que el método usado puede ser aplicado por tener un grado de confiabilidad in-situ, aun así, no debe descartarse realizar otro método destructivo que señalen la resistencia real del concreto.

Según QUISPE FUENTES, Daniel Christian (2018). Tuvo como objetivo conocer la situación actual del concreto en las edificaciones (viviendas) de la ciudad de Puno, tomándose 751 muestras para ser ensayados (esclerometría). Los resultados presentan resistencia a la compresión de $f'c = 28.34 \text{ kg/cm}^2$ hasta $f'c = 368.78 \text{ kg/cm}^2$ y un promedio de $f'c = 151.89 \text{ kg/cm}^2$, lo que significa el 82.26 % de las estructuras de las viviendas de la Ciudad de Puno no supera $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ exigido por las normas. Desde mi punto vista estoy en desacuerdo por que la norma ASTM C805 establece que el ábaco no debería utilizarse proporcionada por el fabricante del equipo con la finalidad de determinar la resistencia a compresión del concreto, por lo que se indica que las resistencias entre el número de rebotes y la resistencia del concreto ($f'c$). Solo se puede utilizar para indicar la resistencia relativa del concreto.

Tenemos a AGUIRRE MAMANI, Canndy Lizseth (2018). Teniendo como resultados del diagrama obtenido con resistencias a la compresión de probetas normalizadas de 6 pulg. x 12 pulg. y núcleos diamantinos sustraídos de losas, nos permite confirmar que hay una correlación de tipo cuadrático, se encontró un $r^2=$

0.98 de éxito. Comparada con los resultados de la investigación la ecuación de correlación de los núcleos diamantinos y la rotura de la extracción de las probetas de 2 pulg. x 4 pulg. Entre todas las correlaciones, la ecuación de correlación lineal es la más óptima, el cual tiene el coeficiente de determinación (R^2) que es superior a 0.9726, lo cual es 97.26% de acierto, por lo cual existe una concordancia con los datos obtenidos en la tesis de Aguirre.

VI. CONCLUSIONES:

Para determinar la variación de la resistencia del concreto entre la resistencia a compresión ($f'c$) núcleos diamantinos y el número de rebotes de esclerometría, se realizó según norma (ASTM C805) de esclerometría y (ASTM C - 42 y ASTM C - 39) de extracción, acondicionamiento y roturas de núcleos diamantinos de concreto según norma, respetando los adecuados procedimientos técnicos basándonos en las normas. se realizó una correlación cuantitativa según el código ACI 228.1R, para estimar la resistencia del concreto in-situ.

Finalmente, con el ensayo de esclerometría no se puede determinar la resistencia a compresión del concreto según indica la norma ASTM C805 de esclerometría, más si para estimar la uniformidad del concreto de una estructura.

Para determinar la resistencia a compresión real del concreto es necesario realizar el ensayo de núcleos diamantinos, ya que este ensayo destructivo es el más confiable.

En cuanto a los ensayos de esclerometría (número de rebotes) a 03 viviendas y se obtuvo un total de 180 puntos de los cuales 06 puntos se tomaron en cada vivienda entre (columna y vigas), Cabe indicar el número de rebotes determinados no tiene una variabilidad mayor por lo que no es necesario uniformizar los resultados. El índice de rebote promedio mínimo es de 15,00 y el máximo promedio de rebotes es de 29.00, teniendo como promedio de 180 puntos muestreadas es de 23.00 rebotes, no se debe utilizar el abaco del fabricante del equipo (esclerómetro) para determinar la resistencia a compresión del concreto de acuerdo, tal como indica el código ACI-228.1R.

Se realizaron en 03 viviendas los ensayos destructivos, extrayendo la cantidad de 18 núcleos diamantinos, luego se calculó los resultados obtenidos del laboratorio de la resistencia a compresión, de los ensayos realizados de resistencia a la

compresión a los corazones diamantinos de los elementos estructurales (columnas y vigas), se aprecia los siguientes resultados como: 33.00 kg/cm² (f'c) mínimo y un máximo de 68.60 kg/cm² (f'c), teniendo como promedio de 18 puntos muestreadas de 51.36 kg/cm² (f'c).

Por último, para la determinación de una ecuación lineal entre el número de rebotes y la (f'c) de la extracción de núcleos diamantinos de los diversos elementos estructurales (columnas y vigas). Se ha logrado alcanzar una ecuación lineal $y = 2.6803x - 10.45$. Esto demuestra que el coeficiente de determinación (R^2) es 97.26% y existe una buena relación entre las dos variables.

VII. RECOMENDACIONES:

- Efectuar una investigación profunda del concreto entre ambos ensayos, (método de esclerometría y núcleos diamantinos), ya que esto disminuirá la incertidumbre a las personas dedicadas a la construcción y al área encargada de la investigación del concreto.
- Buscar un asesoramiento técnico y adecuado en las futuras construcciones, respetado los adecuados procedimientos técnicos basándonos en las normas indicadas.
- Con el ensayo de esclerometría no se puede determinar la resistencia a compresión del concreto según indica la norma ASTM C805 y el ACI-228.1R de esclerometría, más si para evaluar la uniformidad superficial del concreto de una estructura.
- Utilizar los ensayos de resistencia a compresión a los corazones diamantinos de acuerdo a las normas (A.S.T.M. C 42 y NTP 339.059) tal como: diámetro mayor o igual a 3.70 pulg. o diámetro mayor o igual a 2 pulg. Del tamaño nominal del agregado grueso. Los resultados obtenidos en la presente investigación de los corazones diamantinos de 2 pulg, salieron muy distorsionados.
- Las resistencias a compresión de núcleos diamantinos de 2 pulg. Son conocidas a ser comúnmente más bajas y más variables que aquellos núcleos de 4 pulg.

REFERENCIAS

ROCHA, Joaquín Humberto Aquino and IBARRA-VILLANUEVA, Rolando. Identification and analysis of pathological defect appearance in superstructures of reinforced-concrete bridges in Chapare region, Bolivia. *Dyna rev. fac. nac. minas* [online]. 2021, vol.88, n.216, pp.15-21. Epub May 24, 2021. ISSN 0012-7353. <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n216.88247>.

ARYAL, Raju; MISHRA, Anjay Kumar. In-Situ compressive strength assessment of concrete in under-construction residential buildings at Gaindakot municipality. *Materials Today: Proceedings*, 2020. https://www.researchgate.net/profile/RajuAryal2/publication/346648887_Insitu_Compressive_Strength_Assessment_of_Concrete_in_UnderConstruction_Residential_Buildings_at_Gaindakot_Municipality/links/5fcb8115299bf188d4f60ae7/InsituCompressiveStrengthAssessmentofConcrete-in-Under-Construction-Residential-Buildings-atGaindakotMunicipality.pdf

ÁVILA, José Hernández; WILCHES, Fernando Jove; AVILA, Rodrigo Hernández. Determination of a Non-Linear Regression Model, to Describe the Relationship between the Resistance Measured with the Concrete Cylinder Compression Machine and a Digital Sclerometer 2020. https://www.ripublication.com/irph/ijert20/ijertv13n10_06.pdf

BORGES, JEFERSON DE FARIA, et al. ESTUDO COMPARATIVO DE TÉCNICAS DESTRUTIVA E NÃO DESTRUTIVA NA AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA EM PILARES EM CONCRETO ARMADO. 2020. http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/9405/1/5_2020_1%20F%C3%81BIO%20FILHO-JEFERSON%20DE%20FARIA.pdf

ESTACECHEN, Tatiana Alves Cecilio. Comparativo da resistência à compressão do concreto através de ensaios destrutivos e não destrutivos. *CONSTRUINDO*, 2020, vol. 12, no 2, p. 23-37. <file:///C:/Users/hp/Downloads/7233-Texto%20do%20Artigo-24186-1-10-20201126.pdf>

GARCÍA MURRIETA, Sander Adriel; RODRÍGUEZ CACHIQUE, Carlos Martín. COMPARACIÓN DE LOS ENSAYOS DE DIAMANTINA Y ESCLEROMETRÍA DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JR. DOS DE MAYO, DE LASCUADRAS 4-11, IQUITOS-2021. 2022. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1760>

VACA CAÑAS, Diana Estefanía. Análisis y evaluación de patologías presentes en la estructura del Teatro Nacional Sucre del DM de Quito. 2020. Tesis de Licenciatura. PUCE-Quito. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/18053>

SIANCAS TÁVARA, Dainer Rafael. Determinación de la resistencia del concreto del pabellón 3A-de la IE 14787 Víctor Raúl Haya De la Torre, usando la diamantina, el esclerómetro y el equipo de ultrasonido. 2021. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2933>.

SOCARRÁS CORDOVÍ, Yamila Concepción, et al. Evaluación de la calidad del hormigón en edificaciones construidas con el sistema prefabricado gran panel soviético. Tecnología Química, 2020, vol. 40, no 2, p. 288-302. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S222461852020000200288&script=sci_arttext&tlng=pt

BORJA SUÁREZ, Manuel Alejandro. Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque. 2019. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/5761/BCTES340BORJA%20SUAREZ.pdf?sequence=1>

SAIF VALDÉZ, Issam Alfredo. Análisis comparativo entre ensayos destructivos y no destructivos de la resistencia del Hormigón con diferentes métodos de dosificación. 2019. Tesis de Licenciatura. PUCE-Quito. <http://repositorio.puce.edu.ec/xmlui/handle/22000/17797>

VÉLEZ GALLARDO, Gustavo Antonio. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría. 2019. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626340/V%20C3A9lez_GG.pdf?sequence=5

AMAT Y LEÓN MURILLO, Daniel Fernando; VALERO ALEMÁN, Cesar Augusto. Análisis Comparativo y Relación entre los Métodos Destructivos y no Destructivos de la Resistencia a Compresión de Concreto para la Ciudad de Arequipa. 2018. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7324>

BORNAND, Jacques. Breve Revisión Crítica a Métodos de Estimación de la Resistencia In Situ del Hormigón. 2018 https://www.researchgate.net/profile/JacquesBornand/publication/336902644_BrRevision_Critica_a_Metodos_de_Estimacion_de_la_Resistencia_In_Situ_del_Hormigon/links/5db9d9004585151435d60e7a/BreveRevisionCriticaaMetodosdeEstimacion-de-la-Resistencia-In-Situ-del-Hormigon.pdf

DONG, Wei, et al. Experimental study of equal biaxial-to-uniaxial compressive strength ratio of concrete at early ages. *Construction and Building Materials*, 2016, vol. 126, p. 263-273. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Experimental+study+of+equal+biaxial-to-uniaxial+compressive+strength+ratio+of+concrete+at+early+ages&btnG=

DE OLIVEIRA, Thaís Mayra; LAGE, Elisa Coelho; CARVALHO, Vanessa Cristina Rezende. Estudo de diferentes classes de concreto para curvas de correlação nacionais para o ensaio de esclerometria. *Principia: Caminhos da Iniciação Científica*, 2018, vol. 18, no 1, p. 11-11. <https://periodicos.ufjf.br/index.php/principia/article/view/29851>

MAMANI, Aguirre; LIZSETH, Canndy. Correlación entre núcleos diamantinos de losas de concreto y testigos de 6" x12", 4" x8" para determinar factores de corrección en la resistencia del concreto. 2018.

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4983/T010_44931728_T.pdf?sequence=1

MORENO, Jesús; TROCONIS, Oladis. Factores que afectan la resistencia a la compresión de las probetas de concreto. Una revision/Factors affecting the compression strength of the concrete specimens. A review. Revista Tecnocientífica URU, 2018, no 15, p. 69-80. <http://uruojs.insimp.com/ojs/index.php/tc/article/viewFile/159/108>

ROMI, Sebastiano, et al. Synthesis of double core chromophore-functionalized nanothreads by compressing azobenzene in a diamond anvil cell. Chemical science, 2021, vol. 12, no 20, p. 7048-7057. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Synthesis+of+double+core+chromophore+functionalized+nanothreads+by+compressing+azobenzene+in+a+diamond+anvil+cell%E2%80%A0&btnG=#d=gs_cit&t=1654440483284&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3A%2Fscholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des

OLIVEIRA, T. M., et al. Análise e validação de curvas de correlação entre a esclerometria e ensaios de compressão para avaliação da resistência à compressão de concretos. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, 2018, vol. 11, p. 779-809. <https://www.scielo.br/j/riem/a/mdbQcJnJR7K6ksFd6s6fFrH/abstract/?lang=pt>

QUISPE FUENTES, Daniel Christian. Evaluación de la resistencia a compresión del concreto en edificaciones comunes de la ciudad de Puno 2018. 2019. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10434/Quispe_Fuentes_Daniel_Christian.pdf?sequence=1

PAIVA, Mayanne Vieira de; FREITAS, Marcus Vinícius Pereira; SOARES, Carlos Eduardo. Uma revisão bibliográfica dos fatores de influência no ensaio esclerométrico1. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=A+review+of+the+influencing+factors+in+the+sclerometric+assay+Una+revisi%C3%B3n

+de+los+factores+que+influyen+en+el+ensayo+esclerom%C3%A9trico&btnG=#d=gs_cit&t=1654439588403&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AGfniL2UZv7IJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des

SHAFIGH, Payam, et al. Lightweight concrete made from crushed oil palm shell: Tensile strength and effect of initial curing on compressive strength. *Construction and Building Materials*, 2012, vol. 27, no 1, p. 252-258. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Lightweight+concrete+made+from+crushed+oil+palm+shell%3A+Tensile+strength+and+effect+of+initial+curing+on+compressive+strength&btnG=

SHIMING, Shang; YUPU, Song. Dynamic biaxial tensile–compressive strength and failure criterion of plain concrete. *Construction and building materials*, 2013, vol. 40, p. 322-329. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Dynamic+biaxial+tensile%E2%80%93compressive+strength+and+failure+criterion+of+plain+concrete&btnG=#d=gs_cit&t=1654440651155&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3ACMw7ozIDKK4J%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des

VIVIANI, M., et al. Equivalency points: Predicting concrete compressive strength evolution in three days. *Cement and Concrete Research*, 2008, vol. 38, no 8-9, p.1070-1078. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Equivalency+points%2FPredicting+concrete+compressive+strength+evolution+in+three+days&btnG=#d=gs_cit&t=1654440823666&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3A5kZGScftlI0J%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des.

KOWALSKI, R.; WRÓBLEWSKA, J. Application of a sclerometer to the preliminary assessment of concrete quality in structures after fire. *Archives of Civil Engineering*, 2018, p. 171-186-171-186. https://journals.pan.pl/Content/115636/PDF/29_ace-2018-0069.pdf

LVOVA, Natalia; PERFILOV, Sergey; USEINOV, A. Study of nanostructured composites using the sclerometry method. En Key engineering materials. Trans Tech Publications Ltd, 2015. p. 233-236. <https://www.scientific.net/KEM.627.233>

LINLIN, Chen; YINHUA, Zhang; WEI, Huang. Effect of RF power on properties of diamond-like carbon films. *强激光与粒子束*, 2013, vol. 25, no 06, p. 1375-1378. https://scholar.google.es/scholar?start=20&q=diamonds+and+sclerometry&hl=es&as_sdt=0,5

VASQUEZ RODRIGUEZ, Miguel Angel. Evaluación de la resistencia del concreto mediante técnicas no destructivas en estructuras de concreto: una revisión sistemática del año 2009 al 2019. 2021. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=%E2%80%9CEVALUACI%C3%93N+DE+LA+RESISTENCIA+DEL++CONCRETO+MEDIANTE+T%C3%89CNICAS+NO++DESTRUCTIVAS+EN+ESTRUCTURAS+DE++CONCRETO%E2%80%9D%3A+UNA+REVISI%C3%93N+SISTEM%C3%81TICA+DEL++A%C3%91O+2009+AL+2019.&btnG=#d=gs_cit&t=1654439719850&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AhA6VEEGSzVgJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des

ZAPATA CASTRO, Janet Carmen Luz; CALLE SOSA, Carlos Enrique. Uso de epóxico, mortero y sellador para reparar una estructura dañada al extraer núcleos diamantinos. 2019. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4200>

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE. ASTM C805/C805M – 08. Recuperada de. <https://www.astm.org/Standards/C805.htm>

TORRES REDONDO, Piedad Judith; OJEDA BARRIOS, Miguel Ángel. 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 esclerometria en concreto simples. 2020. https://scholar.google.es/scholar?start=10&q=esclerometria+y+nucleos+diamantinos&hl=es&as_sdt=0,5

CRUZ, Ricardo, et al. Evaluación de ensayos no destructivos para identificar deterioro en puentes de concreto. revista Colombiana de Materiales, 2014, no 5, p.55-60.

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Cruz%2C+R.%2C+Quiintero%2C+L.%2C+Espinosa%2C+E.%2C+%26+Gal%C3%A1n%2C+C.+%282019.+Evaluaci%C3%B3n+de+ensayos+no++destructivos+para+identificar+deterioro+en+puentes+de+concreto.+Medell%C3%ADn%3A+Revista++colombiana+de+materiales.&btnG=

HERNÁNDEZ ÁVILA, José Rodrigo, et al. Correlation between compressive strength" of concrete cylinders and rebounding with digital sclerometer. 2018. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Hernandez%2C+J.%2C+Orozco%2C+A.%2C+Almanza%2C+D.%2C+%26+Ramirez%2C+J.+%28201729.+Correlation+between++compressive+strength%22+of+concrete+cylinders+and+rebounding+with+digital++sclerometer.+Colombia%3A+Universidad+de+Sucre.&btnG=

OSPINO, María José Zarza, et al. COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CILINDRO. COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CILINDRO. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=IMCYC.+%282006%29.+Pruebas+de+resistencia+a+la+compresi%C3%B3n+del+concreto.+M%C3%A9xico%3A+Instituto++Mexicano+del+cemento+y+del+concreto.&btnG=

ASTM C42 – Método normalizado de ensayo de obtención y ensayo de núcleos perforados. American Concrete Institute, ACI. Recuperado de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C42C42M-13-SP.htm>

ACI 380.08 – Control de calidad del concreto (Normas, pruebas y cartas de control). Recuperada de https://www.academia.edu/19806312/ACI-318-08_Espa%C3%B1ol

Villarreal, G. (2011). Modelación estructural las estructuras UPC, USMP y UPAO - Perú. [diapositivas]. Recuperada de <http://es.slideshare.net/masife/tipos-de-estructuras-8559071>

ASTM C42 – Método normalizado de ensayo de obtención y ensayo de núcleos perforados. American Concrete Institute, ACI. Recuperado de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C42C42M-13-SP.htm>

ACI 380.08 – Control de calidad del concreto (Normas, pruebas y cartas de control). Recuperada de https://www.academia.edu/19806312/ACI-318-08_Espa%C3%B1ol

Villarreal, G. (2011). Modelación estructural las estructuras UPC, USMP y UPAO - Perú. [diapositivas]. Recuperada de <http://es.slideshare.net/masife/tipos-de-estructuras-8559071>

Realpe, G. (2016). Metodos de ensayo in situ utilizados en la evaluacion de estructuras de hormigon armada [diapositivas]. Recuperada de. <https://es.scribd.com/document/380672344/ENSAYOS-NO-DESTRUCTIVOS-EN-LA-EVALUACION-DEL-HORMIGON-pdf>

ARIAS-GÓMEZ, Jesús; VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel; NOVALES, María Guadalupe Miranda. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México, 2016, vol. 63, no 2, p. 201-206. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=El+protocolo+de+investigaci%C3%B3n+III%3A+la++poblaci%C3%B3n+de+estudio&btnG=#d=gs_cit&t=1651007587084&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AdgelXVtBuz4J%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA – PUNO

| VARIABLES DE ESTUDIO | DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL | DESCRIPCIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|---|---|--------------------------------------|---------------------|--------------------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE 1 - Ensayo esclerometría. | Conocido como martillo de Schmidt o esclerómetro (Neville, 1995), esta prueba no destructiva es la más antigua y se convirtió en el primer instrumento más utilizado en el mundo para la estimación no destructiva de las propiedades de resistencia del concreto, el cual es impulsado por una masa metálica por medio de la extensión de un resorte, el cual impacta en un vástago de acero expuesta a la superficie del concreto y rebota. (Realpe G. 2016, p.16). | Para realizar dicho trabajo se hará uso del equipo esclerómetro. | Dureza superficial | N° de rebotes | De Razón |
| | | | Homogeneidad del concreto | N° de rebotes | |
| VARIABLE INDEPENDIENTE 2 - Extracción de núcleos de concreto. | En estos ensayos se extrae parte del concreto de un elemento estructural, este ensayo se utiliza para obtener información de la resistencia a la compresión de estructuras cuando se presentan dudas sobre la calidad del concreto que se ha puesto en una estructura, también por indicios de deterioro en la estructura o cuando los resultados presentan registros bajos durante los ensayos de resistencia a compresión. (ASTM C42 2004, p. 1). | Para realizar dicho ensayo se utilizará un taladro de broca tubular diamantado para la extracción de los testigos diamantino de concreto. | Diámetro | pulg. | De Razón |
| | | | Longitud | pulg. | |
| VARIABLE DEPENDIENTE - Resistencia a la compresión concreto | Es una prueba y/o ensayo muy trascendental para obtener la resistencia del concreto, aplicado a las probetas o muestras a cargas axiales y así obtener su resistencia alta a la compresión, generalmente después de la edad de 28 días el concreto continúa adquiriendo una mayor resistencia, medido en kg/cm ² o MPa y con símbolo f _c . (Montealegre 2019, p. 25). | Para realizar dicho ensayo se utilizará el equipo o máquina de ensayo de la resistencia a la compresión simple en los testigos diamantinos de concreto. | Edad | Años | De Razón |
| | | | Rango de 0 - 350 kg./cm ² | kg./cm ² | |

Anexo 2: Matriz de consistencia

TÍTULO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA – PUNO

| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES |
|--|---|---|--|
| PROB. GENERAL: ¿Cuál es el nivel de variación de la resistencia del concreto entre el método de esclerometría y núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, ¿Juliaca – Puno? | OBJ. GENERAL: Determinar el nivel de variación de la resistencia del concreto entre el método de esclerometría y núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, Juliaca - Puno | HIP. GENERAL: El nivel de variación de la resistencia del concreto entre el método de esclerometría y núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno, es leve | VARIABLE INDEPENDIENTE: - Ensayo de Esclerometría - Extracción de Núcleos Diamantinos |
| PROB. ESP. 1: ¿Cuál es la resistencia del concreto por el método de esclerometría, Residencial Aeropuerto, ¿Juliaca – Puno? | OBJ. ESP. 1: Conocer la resistencia a la compresión del concreto por el método de esclerometría, Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno | HIP. ESP. 1: La resistencia a la compresión por el método de esclerometría es mayor a 210 kg/cm ² , Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno | VARIABLES DEPENDIENTES: - Resistencia a la compresión de concreto |
| PROB. ESP. 2: ¿Cuál es la resistencia del concreto por el método de núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, ¿Juliaca – Puno? | OBJ. ESP. 2: Determinar la resistencia a la compresión del concreto por el método de núcleos diamantinos, Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno | HIP. ESP. 2: La resistencia a la compresión por el método de núcleos diamantinos es mayor a 210 kg/cm ² , Residencial Aeropuerto, Juliaca – Puno | |

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo LUIS EDUARDO GUTIERREZ BARAHONA titular de
D.N.I. N° 43580302 de profesión ING. CIVIL ejerciendo
actualmente GERENTE GENERAL como
en CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO S.A.C. (RUC
20601333571) la Institución

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de
validación del instrumento (formatos de proyecto de tesis FPT - 001 y FPT - 002)
a los efectos de su aplicación al TESISISTA de la UCV
ALCIRES CASHAPAYEN HUANCA HUANCA

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las
siguientes apreciaciones:

| | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | EXCELENTE |
|--------------------------|------------|-----------|-------|-----------|
| Congruencia de Ítems | | | ✓ | |
| Amplitud de Conocimiento | | | ✓ | |
| Redacción de Ítems | | | ✓ | |
| Claridad y Precisión | | | ✓ | |
| Pertinencia | | | ✓ | |

Puno a los 25 días del mes de ABRIL del 2022

Luis E. Gutiérrez Barahona
GERENTE GENERAL
CONTROL DE CALIDAD
DEL CONCRETO S.A.C.

FIRMA

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, SANCHEZ LUDENA CARLOS DANIEL titular de
D.N.I. N° 46369002 de profesión ING. CIVIL ejerciendo
actualmente JEFE DE CALIDAD como
en MRQ PREMIUM S.A.C la Institución
REG C.T.P. 191296

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento (formatos de proyecto de tesis FPT - 001 y FPT - 002) a los efectos de su aplicación al TESISISTA de la UCV ALCIDES CHOQUEHUANCA HUANCA

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

| | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | EXCELENTE |
|--------------------------|------------|-----------|-------|-----------|
| Congruencia de Items | | | ✓ | |
| Amplitud de Conocimiento | | | ✓ | |
| Redacción de Items | | | ✓ | |
| Claridad y Precisión | | | ✓ | |
| Pertinencia | | | ✓ | |

Puno a los 25 días del mes de MARZO del 2022


CARLOS DANIEL
SANCHEZ LUDENA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P. N° 191296

firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Custavo Jeremías Riquie Pérez titular de
 D.N.I. N° 08673109 de profesión Ingeniero Civil ejerciendo
 actualmente como Jefe de Producción
 en la Institución AA. J.J. Constructora E.T. P. L.
Registro CIP 138318

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento (formatos de proyecto de tesis FPT - 001 y FPT - 002) a los efectos de su aplicación al TESISTA de la UCV Alcides Choquehuanca Huanca

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

| | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | EXCELENTE |
|--------------------------|------------|-----------|-------|-----------|
| Congruencia de Items | | | ✓ | |
| Amplitud de Conocimiento | | | ✓ | |
| Redacción de Items | | | ✓ | |
| Claridad y Precisión | | | ✓ | |
| Pertinencia | | | ✓ | |

Puno a los 25 días del mes de Marzo del 2022


GUSTAVO JEREMÍAS
RIQUE PEREZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 138318

 firma

| | | |
|--|---|------------------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | PROYECTO DE TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO" | FTP - 002 |
|--|---|------------------|

| | |
|---------------------|--|
| PROYECTO DE TESIS : | |
| UBICACIÓN : | |
| TÉCNICO : | |
| ING. RESPONSABLE : | |
| FECHA FORMATO : | |

FORMATO RECOJO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA (ASTM C-805 Y ASTM C -13a)

| Nº | CODIGO | PISO | ELEMENTO ESTRUCTURAL | NUMERO DE REBOTE | | | | | | | | | | ÍNDICE DE REBOTE (q) PROM. | |
|-------------|--------|------|----------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----------------------------|--|
| | | | | q1 | q2 | q3 | q4 | q5 | q6 | q7 | q8 | q9 | q10 | | |
| VIVIENDA 01 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| VIVIENDA 02 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| VIVIENDA 03 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Nota: Este formario corresponde al laboratorio ROCKOTOOLS LAB S.R.L.

| | | |
|--|---|------------------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | PROYECTO DE TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA – PUNO" UBICACIÓN: RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA – PUNO EXTRACCIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO (ASTM C-42 Y ASTM C -39) | FPT - 001 |
|--|---|------------------|

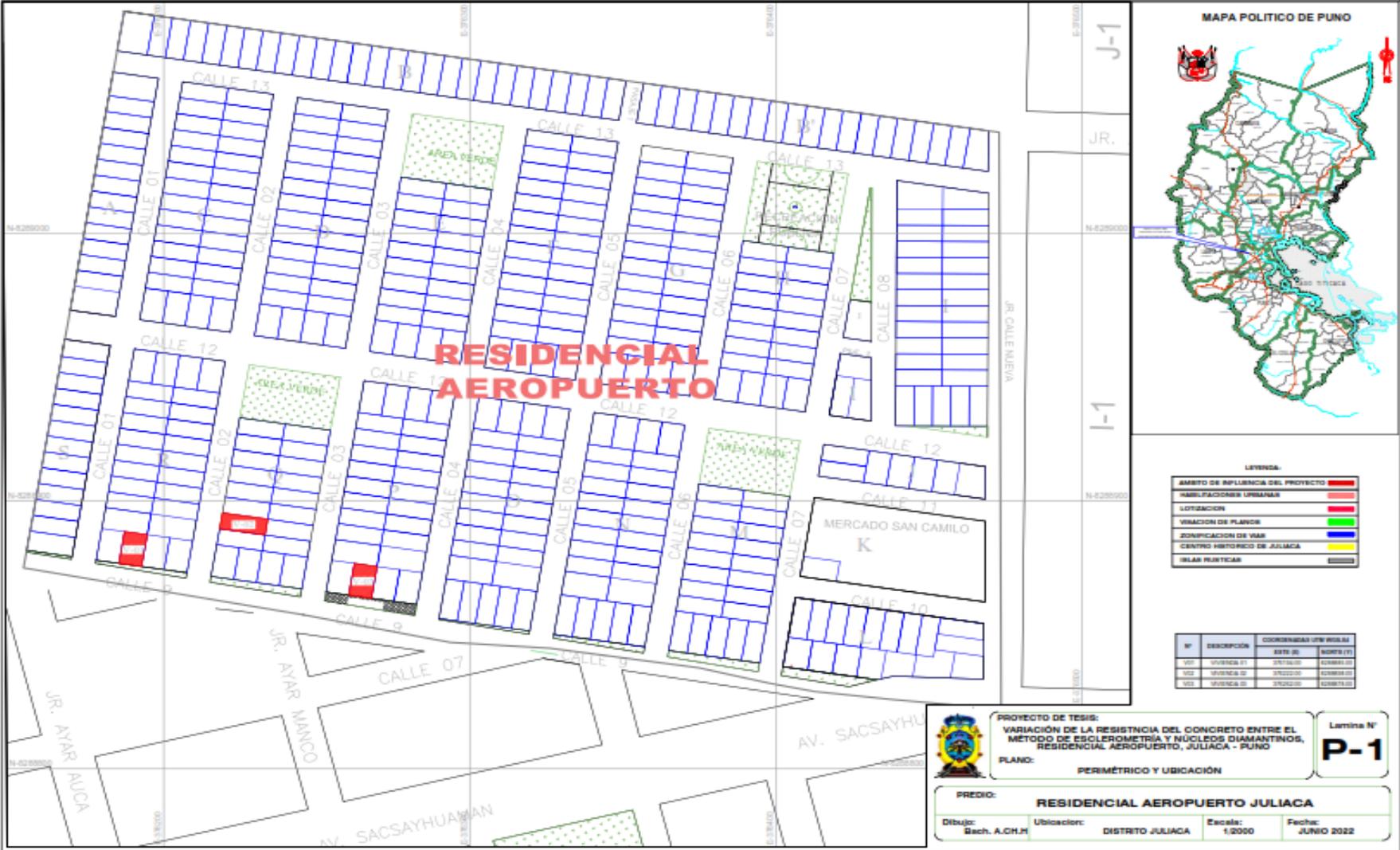
| | |
|---|---|
| PROYECTO DE TESIS : "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA – PUNO" UBICACIÓN : ESTRUCTURA : | TÉCNICO : ING. RESPONSABLE : FECHA FORMATO : |
|---|---|

EXTRACCIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO (ASTM C-42 Y ASTM C -39)

| MUESTRA Nº | ESTRUCTURA | COD | | SUB ESTRUCTURA | FECHA EXTRAC. | FECHA ROTURA | EDAD | VARIABLES GEOMÉTRICAS ASTM C-42 | | | | ENSAYO A COMPRESIÓN ASTM C-39 | | | | PROMEDIO DE RESISTENCIA kg/cm ² | RESISTENCIA PROMEDIO |
|------------|------------|----------|----------|----------------|---------------|--------------|------|---------------------------------|--------------|----------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|--|----------------------|
| | | VIVIENDA | COD-LAB. | | | | | ALTURA cm. | DIÁMETRO cm. | ESBELTEZ | FACTOR CORRECCIÓN | CARGA ROTURAS kg | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA A COMPRESIÓN CORREGIDA | DISEÑO f _c | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nota: Este formario corresponde al laboratorio ROCKOTOOLS LAB S.R.L.

Anexo 4: Plano de ubicación Residencial Aeropuerto



LEYENDA:

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| AMBITO DE INFLUENCIA DEL PROYECTO | [Red outline] |
| PARCELACIONES URBANAS | [Red outline] |
| LOTIZACION | [Red outline] |
| VARIACION DE PLANOS | [Green outline] |
| ZONIFICACION DE VIAL | [Blue outline] |
| CENTRO HISTORICO DE JULIACA | [Yellow outline] |
| ISLAR RUSTICA | [Green outline] |

| N° | DESCRIPCION | COORDENADA UTM NOROCC. | ESTE (E) | NORTE (N) |
|-----|-------------|------------------------|----------|-----------|
| 001 | VIRREYA 01 | 4721000 | 6288000 | 6288000 |
| 002 | VIRREYA 02 | 4721000 | 6288000 | 6288000 |
| 003 | VIRREYA 03 | 4721000 | 6288000 | 6288000 |



PROYECTO DE TESIS:
VARIACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL METODO DE ESCLEROMETRIA Y NUCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO

PLANO:
PERIMETRICO Y UBICACION

Lamina N°
P-1

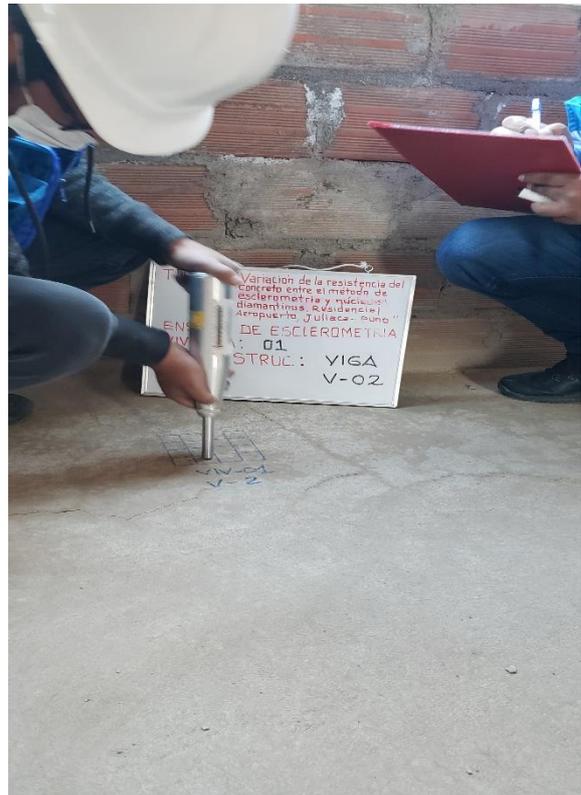
PREDIO: RESIDENCIAL AEROPUERTO JULIACA

| | | | |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|
| Dibujó: Bach. A.C.H.M. | Ubicación: DISTRITO JULIACA | Escala: 1:2000 | Fecha: JUNIO 2022 |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|

Anexo 5: Fotografías



Fotografía 9, 10 y 11: Se muestra la vivienda 1, 2 y 3 donde se realizó los ensayos de esclerometría y ensayos de núcleos diamantinos



Fotografía 12, 13, 14 y 15: Se muestra realizando ensayos de esclerometría en elementos estructurales (columnas y vigas).



Fotografía 16, 17, 18 y 19: Se muestra realizando ensayos de extracción de núcleos diamantinos en elementos estructurales (columnas y vigas).



Fotografía 20, 21, 22 y 23: Se muestra realizando ensayos de resistencia a la compresión a los núcleos diamantinos de los elementos estructurales (columnas y vigas)

Anexo 6: Ensayos realizados en laboratorio



ROCKOLAB: LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



REPORTE DE RESULTADOS DE ESCLEROMETRÍA

PROYECTO:

"VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO
DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL
AEROPUERTO, JULIACA – PUNO"

SOLICITANTE:

CHOQUEHUANCA HUANCA ALCIDES

DISTRITO: JULIACA

PROVINCIA: SAN ROMÁN

DEPARTAMENTO: PUNO

ABRIL DE 2022


Palma
Rosamira G. Macoto Vicos
INGENIERO CIVIL
CP 15232



1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO DEL REPORTE

El presente reporte tiene como objetivo presentar la información obtenida por el uso del procedimiento de ensayo del esclerómetro en las ubicaciones indicadas por el solicitante.

Cabe aclarar que el estudio se realizó considerando tres (3) viviendas ubicadas en la residencial Aeropuerto de Juliaca y los elementos estructurales ensayados fueron indicados por el solicitante. En cada vivienda se realizó el ensayo en 6 ubicaciones distintas, 3 de viga y 3 de columna durante los días 07 y 08 de abril de 2022.

1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los ensayos se realizaron en el distrito de Juliaca y según las coordenadas referenciales del lugar que se muestran en la Tabla02.

Tabla 01: Ubicación donde se realiza estudio.

| | |
|------------------|-------------------------|
| LUGAR DE ESTUDIO | Urbanización Aeropuerto |
| DISTRITO | JULIACA |
| PROVINCIA | SAN ROMÁN |
| DEPARTAMENTO | PUNO |
| ALTITUD | 3824 msnm |

Las coordenadas referenciales del lugar se muestran en la Tabla02.

Tabla 02: Ubicación donde se realiza ensayos.

| N° | DESCRIPCIÓN | PROPIETARIO | NÚCLEOS | COORDENADAS UTM WGS-84 | |
|-----|-------------|------------------------|---------|------------------------|------------|
| | | | | ESTE | NORTE |
| V01 | VIVIENDA 01 | Julia Quiñones Valdez | 6 | 376194.00 | 8288885.00 |
| V02 | VIVIENDA 02 | Wilfredo Janampa Layme | 6 | 376222.00 | 8288898.00 |
| V03 | VIVIENDA 03 | Mariano Sancho Condori | 6 | 376262.00 | 8288878.00 |

2. EQUIPO USADO

- Modelo: HT-225 manual en concordancia con ASTM C805
- Rango de medida: 10-60Mpa
- Energía de impacto: 2.207J
- Amplitud de rebote: 75mm





- Valor promedio de calibración con yunque: 80+-2
- Peso: 1Kg

Figura 1: Equipo usado en el ensayo.



3. NORMATIVA APLICABLE

- Norma ASTM C805 (Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete)

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La significancia y uso de los resultados obtenidos pueden ser usados in situ para evaluar la uniformidad del concreto. También podrán ser usados para delimitar regiones donde el concreto sea de pobre calidad o esté deteriorado.
- En caso se quiera determinar la resistencia del concreto mediante el número de rebote, primero se debe establecer una correlación actualizada entre número de rebote y resistencia del concreto en núcleos diamantinos para un concreto en específico.

ANEXOS

4.1. RESULTADO DE LOS ENSAYOS



Asistente G. Marcelo Vico
INGENIERO CIVIL
CIP 15252



PROYECTO: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA – PUNO"

RLAB - 025 Rev. 000 - 2022

PROYECTO DE TESIS : VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA – PUNO
 UBICACIÓN : RESIDENCIAL AEROPUERTO - JULIACA
 TÉCNICO : JAVIER LOZANO
 ING. RESPONSABLE : ALEXSANDRA MACEDO VILCA
 FECHA : 15/04/2022

FORMATO RECOJO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA (ASTM C-805 Y ASTM C -134)

| N° | CODIGO | PISO | ELEMENTO ESTRUCTURAL | ANGULO DE IMPACTO | NUMERO DE REBOTE | | | | | | | | | | INDICE DE REBOTE (i) PROM. |
|-------------|----------------|------|----------------------|-------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----------------------------|
| | | | | | q1 | q2 | q3 | q4 | q5 | q6 | q7 | q8 | q9 | q10 | |
| VIVIENDA 01 | DV1-1, EV1-1 | 2 | C-1 (30x25 cm2) | 0° | 19 | 22 | 24 | 20 | 23 | 21 | 23 | 22 | 21 | 24 | 21.90 |
| | DV1-2, EV1-2 | 2 | C-1 (30x25 cm2) | 0° | 22 | 20 | 21 | 20 | 19 | 22 | 22 | 20 | 19 | 21 | 20.60 |
| | DV1-3, EV1-3 | 2 | C-1 (30x25 cm2) | 0° | 24 | 22 | 22 | 23 | 22 | 21 | 23 | 22 | 21 | 23 | 22.30 |
| | DV1-4, EV1-4 | 1 | V-1 (25x20 cm2) | 0° | 22 | 21 | 24 | 23 | 22 | 25 | 24 | 22 | 24 | 23 | 23.00 |
| | DV1-5, EV1-5 | 1 | V-1 (25x20 cm2) | 0° | 15 | 14 | 17 | 15 | 14 | 15 | 16 | 14 | 15 | 15 | 15.00 |
| | DV1-6, EV1-6 | 1 | V-1 (25x20 cm2) | 0° | 20 | 24 | 24 | 23 | 21 | 20 | 22 | 21 | 22 | 23 | 22.00 |
| VIVIENDA 02 | DV2-7, EV2-7 | 2 | C-1 (25x25 cm2) | 0° | 20 | 19 | 21 | 18 | 20 | 22 | 21 | 22 | 20 | 22 | 20.50 |
| | DV2-8, EV2-8 | 2 | C-1 (25x25 cm2) | 0° | 24 | 23 | 26 | 24 | 26 | 23 | 26 | 27 | 24 | 25 | 24.80 |
| | DV2-9, EV2-9 | 2 | C-2 (25x30 cm2) | 0° | 22 | 24 | 21 | 25 | 24 | 26 | 23 | 24 | 22 | 23 | 23.40 |
| | DV2-10, EV2-10 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 0° | 16 | 17 | 14 | 15 | 14 | 16 | 15 | 16 | 15 | 17 | 15.50 |
| | DV2-11, EV2-11 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 0° | 16 | 20 | 18 | 20 | 16 | 17 | 18 | 17 | 16 | 16 | 17.40 |
| | DV2-12, EV2-12 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 0° | 27 | 25 | 26 | 27 | 28 | 25 | 26 | 24 | 28 | 28 | 26.40 |
| VIVIENDA 03 | DV3-13, EV3-13 | 1 | C-2 (25x30 cm2) | 0° | 22 | 26 | 24 | 24 | 26 | 23 | 25 | 25 | 25 | 23 | 24.10 |
| | DV3-14, EV3-14 | 1 | C-1 (25x25 cm2) | 0° | 30 | 28 | 31 | 29 | 28 | 27 | 29 | 28 | 30 | 27 | 28.70 |
| | DV3-15, EV3-15 | 1 | C-1 (25x25 cm2) | 0° | 31 | 28 | 30 | 27 | 29 | 28 | 30 | 29 | 27 | 31 | 29.00 |
| | DV3-16, EV3-16 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 0° | 28 | 25 | 27 | 26 | 28 | 29 | 26 | 29 | 27 | 28 | 27.50 |
| | DV3-17, EV3-17 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 0° | 29 | 26 | 28 | 26 | 30 | 30 | 25 | 29 | 28 | 27 | 27.80 |
| | DV3-18, EV3-18 | 2 | V-1 (25x20 cm2) | 0° | 25 | 24 | 22 | 25 | 27 | 27 | 28 | 24 | 24 | 28 | 25.40 |

Nota: En caso se quiera estimar valores de resistencia de concreto en base a números de rebote, se deberá hacer previa correlación con testigos diamantinos.

Alexandra C. Macedo Vilca
 Alexandra C. Macedo Vilca
 INGENIERO CIVIL
 CP 15272



4.2. PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO N°1: TRATANDO SUPERFICIE CON PIEDRA ABRASIVA

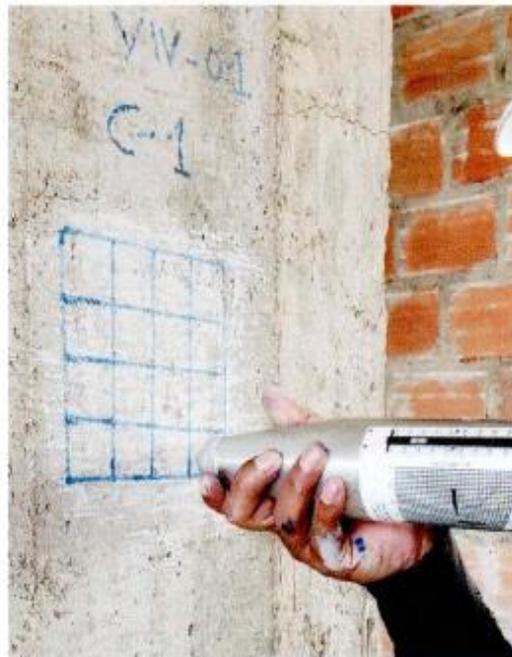


FOTO N°2: DETALLE DE CUADRÍCULA EN SUPERFICIE DE IMPACTO


Alexandra G. Marcelo Vice
INGENIERO CIVIL
CP 15232



FOTO N°3: USO DE PIEDRA ABRASIVA



FOTO N°4: ENSAYO HORIZONTAL CON ESCLERÓMETRO

Dina
Alexandra G. Macoico Vico
INGENIERO CIVIL
N° 85272

**INFORME DE EXTRACCIÓN Y ENSAYO DE NUCLEOS DIAMANTINOS****PROYECTO:**

**"VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO
DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL
AEROPUERTO, JULIACA – PUNO"**

SOLICITANTE:**CHOQUEHUANCA HUANCA ALCIDES****DISTRITO: JULIACA****PROVINCIA: SAN ROMÁN****DEPARTAMENTO: PUNO****ABRIL DE 2022**

INGENIERO CIVIL
JP 85132



1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente informe de extracción y ensayo de núcleos diamantinos tiene como objetivo presentar información relevante respecto de los procedimientos de extracción, normas aplicadas y ensayos aplicados a las muestras obtenidas según ubicación indicada por el solicitante de la extracción y los ensayos.

Estos procedimientos de extracción y ensayo son ejecutados y contratados como parte del proyecto: **"VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA – PUNO - 2022"**

Cabe aclarar que el estudio se realizó considerando tres (3) viviendas ubicadas en la residencial Aeropuerto de Juliaca y los elementos estructurales ensayados fueron indicados por el solicitante. La extracción se realizó durante los días 09 y 10 de abril de 2022 y los testigos fueron ensayados los días 16 y 17 de abril de 2022. Las actividades desarrolladas previamente a la emisión de este informe son las siguientes:

- Visita de inspección y exploración a las tres viviendas de donde se tomarán los núcleos diamantinos.
- Identificación de las componentes estructurales donde realizar el muestreo.
- Ejecución de la perforación diamantina.
- Etiquetado de los testigos o núcleos diamantinos.
- Capinado (capping) de testigos según necesidad
- Ensayos de resistencia a la compresión de los testigos en laboratorio.
- Resultados de los ensayos de testigos.
- Emisión de conclusiones y recomendaciones.

Por lo tanto, las conclusiones y recomendaciones y resultados de ensayos emitidos en este documento son enteramente basados en las actividades previas listadas y realizadas para este estudio.



INGENIERO CIVIL
CP. 15232



1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

A solicitud del interesado se procedió a realizar la visita de inspección y exploración de los componentes estructurales distribuidos en las tres viviendas ubicadas en la "Urbanización Aeropuerto del distrito de Juliaca" de la provincia de San Román.

Tabla 01: Ubicación donde se realiza estudio.

| | |
|------------------|-------------------------|
| LUGAR DE ESTUDIO | Urbanización Aeropuerto |
| DISTRITO | JULIACA |
| PROVINCIA | SAN ROMÁN |
| DEPARTAMENTO | PUNO |
| ALTITUD | 3824 msnm |

Las ubicaciones de las 3 viviendas de la urbanización Aeropuerto fueron obtenidas usando un GPS Navegador (GPS GARMIN SERIE ETREX), para la respectiva georreferenciación de dichas viviendas en formato UTM y WGS-84.

Las coordenadas referenciales del lugar se muestran en la Tabla02.

Tabla 02: Ubicación donde se realiza estudio.

| N° | DESCRIPCIÓN | PROPIETARIO | NÚCLEOS | COORDENADAS UTM WGS-84 | |
|-----|-------------|------------------------|---------|------------------------|------------|
| | | | | ESTE | NORTE |
| V01 | VIVIENDA 01 | Julia Quiñones Valdez | 6 | 376194.00 | 8288885.00 |
| V02 | VIVIENDA 02 | Wilfredo Janampa Layme | 6 | 376222.00 | 8288898.00 |
| V03 | VIVIENDA 03 | Mariano Sancho Condori | 6 | 376262.00 | 8288878.00 |

Figura 1. Fotografía satelital de las viviendas




Dina
Dina G. Macoco Vique
INGENIERO CIVIL
CIP 95232



2. DESCRIPCIÓN DE VIVIENDAS

2.1. VIVIENDA V01

Coordenada UTM Este = 376194.00 y la Coordenadas UTM Norte = 8288885.00, en el huso 19L – WGS84. En esta vivienda se extraen 6 testigos (3 de una viga y 3 de una columna)

Figura 2. Referencia vivienda V01



Alexandra G. Meceo Vilca
INGENIERO CIVIL
CIP 85232



2.2. VIVIENDA V02

Coordenada UTM Este = 376222.00 y la Coordenadas UTM Norte = 8288898.00, en el huso 19L – WGS84. En esta vivienda se extraen 6 testigos (3 de una viga y 3 de una columna)

Figura 3. Referencia vivienda V02




Dina
Alfonso G. Macedo Viza
INGENIERO CIVIL
CP 15232

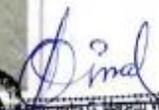


2.3. VIVIENDA V03

Coordenada UTM Este = 376262.00 y la Coordenadas UTM Norte = 8288878.00, en el huso 19L – WGS84. En esta vivienda se extraen 6 testigos (3 de una viga y 3 de una columna)

Figura 4. Referencia vivienda V03




Dina
INGENIERO CIVIL
CIP 85232



3. NORMATIVA APLICABLE

En el presente estudio se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- ASTM C-42. Método de prueba estándar para obtener y probar núcleos perforados y vigas aserradas de concreto.
- ASTM C-39. Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón
- ASTM C-617. Práctica estándar para tapar probetas cilíndricas de hormigón. (capping)

4. DETECCIÓN DE BARRAS DE REFUERZO

Previo al proceso de extracción se verificó la estructura con el fin de detectar barras de refuerzo dentro del concreto y evitarlas en el proceso de extracción de núcleos. El equipo usado es el LOMVUM LW10 wall detector.

Figura 5. Detector de materiales ferrosos usado LOMVUM LW10



5. PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO

Las extracciones se realizaron usando una broca diamantada de **51mm** de diámetro externo.

Las muestras de núcleos diamantinos fueron extraídas según el siguiente procedimiento y consideraciones.

- Los núcleos fueron extraídos usando brocas con incrustaciones de diamantes para evitar exceso de microtemores en el testigo.
- Se verificó que los núcleos tengan un diámetro por lo menos 3 veces el tamaño nominal máximo del agregado grueso encontrado en el testigo.
- Todos los núcleos extraídos tienen una relación de esbeltez de 2.



Alessandra G. Macedo Vico
INGENIERO CIVIL
C.P. 85232



- Se aseguró que los núcleos extraídos no contengan acero de refuerzo ni hayan sido extraídos de la muestra.
- Para esto se utilizó un escáner de pared para metales de la marca LOMVUM modelo LW10.
- Se tuvo cuidado para evitar dañar conductos eléctricos durante la extracción de los núcleos diamantinos.
- Se tuvo especial cuidado con la dirección de perforación con el fin de mantener la ortogonalidad de la muestra con la superficie de extracción. Y se debe considerar que, para las interpretaciones, las muestras extraídas horizontalmente presentan menor resistencia en comparación que las extraídas verticalmente.

6. ACONDICIONAMIENTO DE HUMEDAD

Para las muestras extraídas, se siguió el acondicionamiento de humedad usando bolsas selladas establecido en la normativa aplicable, tomando las consideraciones tanto inmediatamente después de la extracción y en el proceso de corte de muestras para conseguir perpendicularidad.

7. ENSAYOS DE LABORATORIO

Antes del ensayo principal de resistencia a la compresión de los de los núcleos de concreto, se realiza el corte y capinado correspondiente a las superficies que así lo requieren. En la siguiente tabla se informa sobre las longitudes pre y post capinado de los núcleos a ensayar.

Tabla 03: Longitudes pre y post capping.

| Longitudes Pre y Post capinado de los núcleos (cm) | | | | | | | | |
|--|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|
| VIVIENDA 01 | | | VIVIENDA 02 | | | VIVIENDA 03 | | |
| COD | PRE | POST | COD | PRE | POST | COD | PRE | POST |
| V-1A | 8.05 | 8.25 | V-2A | 8.05 | 8.20 | V-3A | 8.05 | 8.20 |
| V-1B | 8.10 | 8.20 | V-2B | 8.10 | 8.25 | V-3B | 8.10 | 8.25 |
| V-1C | 8.10 | 8.20 | V-2C | 8.15 | 8.25 | V-3C | 8.05 | 8.20 |
| C-1A | 8.05 | 8.20 | C-2A | 8.10 | 8.25 | C-3A | 8.00 | 8.15 |
| C-1B | 8.05 | 8.15 | C-2B | 8.05 | 8.20 | C-3B | 8.05 | 8.20 |
| C-1C | 8.05 | 8.20 | C-2C | 8.00 | 8.15 | C-3C | 8.05 | 8.20 |

Igualmente se obtuvieron las densidades aproximadas de los testigos con una aproximación a 10kg/m³.



Alejandro G. Nicoté Viza
INGENIERO CIVIL
CIP 15232



Tabla 03: Densidades de los núcleos de concreto.

| Densidades de los núcleos de concreto (kg/m ³) | | | | | |
|--|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| VIVIENDA 01 | | VIVIENDA 02 | | VIVIENDA 03 | |
| COD | Densidad | COD | Densidad | COD | Densidad |
| V-1A | 2285 | V-2A | 2246 | V-3A | 2320 |
| V-1B | 2297 | V-2B | 2284 | V-3B | 2303 |
| V-1C | 2281 | V-2C | 2326 | V-3C | 2283 |
| C-1A | 2271 | C-2A | 2289 | C-3A | 2351 |
| C-1B | 2259 | C-2B | 2322 | C-3B | 2247 |
| C-1C | 2260 | C-2C | 2240 | C-3C | 2270 |

En la siguiente tabla se resume los valores de resistencia a la compresión obtenidos en los ensayos realizados.

Tabla 04: Resumen de resistencias.

| Resumen de resistencia a la compresión de los núcleos (kg/cm ²) | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| VIVIENDA 01 | | VIVIENDA 02 | | VIVIENDA 03 | |
| COD | Resistencia | COD | Resistencia | COD | Resistencia |
| V-1A | 49.40 | V-2A | 33.80 | V-3A | 62.90 |
| V-1B | 33.00 | V-2B | 37.00 | V-3B | 65.20 |
| V-1C | 47.00 | V-2C | 62.20 | V-3C | 58.50 |
| C-1A | 46.70 | C-2A | 41.30 | C-3A | 54.40 |
| C-1B | 41.40 | C-2B | 56.00 | C-3B | 67.90 |
| C-1C | 48.00 | C-2C | 51.20 | C-3C | 68.60 |

8. CONCLUSIONES

Los resultados de los ensayos realizados deberán ser tomados siempre considerando el criterio de ingeniería aplicable al contexto de estudio y en caso de necesidad, en adición a otros métodos de ensayo que puedan validar hipótesis planteadas sobre el estudio.

Se usaron diámetros menores a 94mm ya que los elementos estructuras muestreados no permitían el uso de un diámetro externo mayor a 51mm de broca, tanto porque la longitud del núcleo restringía la esbeltez, como también los elementos ferrosos de la estructura no lo permitían. Se recomendó dicho diámetro considerando la incomodidad de los propietarios por poder afectar los elementos estructurales de sus viviendas. La posibilidad de que las muestras no puedan representar la homogeneidad de la estructura por sí solas debe



Alejandra G. Maradei Vega
INGENIERO CIVIL
CIP 15232



considerarse en su estudio, igualmente la cantidad de muestras por elemento estructural.

Por el diámetro de la broca usada se pudo conseguir muestras que pudieran tener una esbeltez deseada de 2. Por tanto, en los resultados se muestra que no se aplica un factor de corrección por una esbeltez menor.

Se usaron procedimientos de preservación de humedad de las muestras que garantice una humedad reproducible al elemento estructural. Se usaron bolsas selladas y procedimientos que minimicen los gradientes de humedad internos de la muestra.

Las muestras fueron cortadas y capinadas según necesidad y acorde a norma ASTM C617/C617M con el fin de distribuir correctamente los diferenciales de fuerza aplicada sobre la superficie de la muestra. Para ello se usó yeso de alta dureza para transmitir correctamente la presión del sistema hidráulico sobre las muestras.

Se ensayaron las muestras dentro de los 7 días posteriores a la extracción según manda normativa ASTM C42.

Las conclusiones y recomendaciones incluidas en este informe, así como la descripción generalizada de los ensayos y reportes, están basados en procedimiento de muestreo y ensayo indicados al inicio del documento.

9. ANEXOS

9.1. RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO



Handwritten signature: *David*
Professional stamp: **INGENIERO CIVIL**
CP. 15732



PROYECTO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRIA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO
UBICACIÓN: RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA
EXTRACCION, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NUCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

RLAB - 083 Rev. 001 - 2022

PROYECTO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRIA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS. **TÉCNICO:** JAVIER LOZANO CHAVEZ
UBICACIÓN: RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO **ING. RESPONSABLE:** ALEXSANDRA MACEDO VELCA
ESTRUCTURA: VIVIENDA 01 - RESIDENCIAL AEROPUERTO JULIACA **FECHA:** 17/04/2022
ESTRUCTURA: VIGA ESTRUCTURAL **FORMATO:** ACI - 318S

EXTRACCION, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NUCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

| IDENTIFICACION | | | | VARIABLES GEOMETRICAS ASTM C-42 | | | | ENSAYO COMPRESION ASTM C-39 | | | | PROMEDIO DE RESISTENCIA | RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | |
|----------------|------------|----------|---------|---------------------------------|---------------|--------------|------|-----------------------------|----------------|----------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------|-------------------|---|
| MUESTRA No. | ESTRUCTURA | COD | | SUB ESTRUCTURA | FECHA EXTRAC. | FECHA ROTURA | EDAD | ALTURA mm | DIAMETRO mm | ESBELTEZ | FACTOR CORRECCION | CARGA ROTURAS Kg | AREA (cm ²) | RESISTENCIA COMPRESION N CORREGIDA | DISERO f _c | % RESISTENCIA | Kghm ² | % |
| | | VIVIENDA | COD-LAB | | | | | | | | | | | RESISTENCIA COMPRESION N CORREGIDA | RESISTENCIA | | | |
| 1 | VGA | V01 | V-1A | VGA V01-V-1 | 9-Abr-22 | 16-Abr-22 | >>28 | 8.25 | 4.10 | 2.01 | 1.00 | 651.20 | 13.20 | 49.4 | — | — | 43.2 | — |
| 2 | VGA | V01 | V-1B | VGA V01-V-1 | 9-Abr-22 | 16-Abr-22 | >>28 | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 435.60 | 13.20 | 33.0 | — | — | | |
| 3 | VGA | V01 | V-1C | VGA V01-V-1 | 9-Abr-22 | 16-Abr-22 | >>28 | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 620.40 | 13.20 | 47.0 | — | — | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

Acondicionamiento Humedad = Bolsa plasticas no absorberas

Alexandra Macedo Velca
INGENIERO CIVIL
 CP 15232



PROYECTO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO
UBICACIÓN: RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA
EXTRACCION, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

RLAB - 003 Rev. 001 - 2022

PROYECTO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS. **TÉCNICO:** JAVIER LOZANO CHAVEZ
UBICACIÓN: RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO **ING. RESPONSABLE:** ALEXSANDRA MACEDO VILCA
ESTRUCTURA: VIVIENDA 01 - RESIDENCIAL AEROPUERTO JULIACA **FECHA:** 17/04/2022
ESTRUCTURA: COLUMNA ESTRUCTURAL **FORMATO:** ACI - 318S

EXTRACCION, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

| IDENTIFICACION | | | | VARIABLES GEOMETRICAS ASTM C-42 | | | | ENSAYO COMPRESION ASTM C-39 | | | | PROMEDIO DE RESISTENCIA | RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | | |
|----------------|------------|----------|---------|---------------------------------|---------------|--------------|------|-----------------------------|-----------------|----------|-------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|--------|---|-------------|--------------------|
| MUESTRA No. | ESTRUCTURA | COD | | SUB ESTRUCTURA | FECHA EXTRAC. | FECHA ROTURA | EDAD | ALTURA cm. | DIAMETRO cm. | ESBELTEZ | FACTOR CORRECCION | | | CARGA ROTURAS Kg | AREA (cm ²) | RESISTENCIA A COMPRESION | DISEÑO | % | RESISTENCIA | Kg/cm ² |
| | | VIVIENDA | COD-LAB | | | | | | | | | N | RESISTENCIA | | | f _c | | | | |
| 1 | COLUMNA | V01 | C-1A | COLUMNA V01-C-1 | 9-Abr-22 | 16-Abr-22 | >>28 | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 616.00 | 13.20 | 46.7 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | COLUMNA | V01 | C-1B | COLUMNA V01-C-1 | 9-Abr-22 | 16-Abr-22 | >>28 | 8.15 | 4.10 | 1.99 | 1.00 | 546.70 | 13.20 | 41.4 | - | - | 45.4 | - | - | - |
| 3 | COLUMNA | V01 | C-1C | COLUMNA V01-C-1 | 9-Abr-22 | 16-Abr-22 | >>28 | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 632.50 | 13.20 | 48.0 | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

Acondicionamiento Humedad = Bolsa plasticas no absorbentes

Alexandra G. Macedo Vilca
Alexandra G. Macedo Vilca
 INGENIERO CIVIL
 CP 85232



PROYECTO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO
 UBICACIÓN: RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA
 EXTRACCIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

RLAB - 003 Rev. 001 - 2022

PROYECTO : VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS. TÉCNICO : JAVIER LOZANO CHAVEZ
 UBICACIÓN : RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO. ING. RESPONSABLE : ALEXSANDRA MACEDO VELCA
 ESTRUCTURA : VIVIENDA 02 - RESIDENCIAL AEROPUERTO JULIACA. FECHA : 17/04/2022
 ESTRUCTURA : VIGA ESTRUCTURAL. FORMATO : ACI - 318S

EXTRACCIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

| IDENTIFICACIÓN | | | | VARIABLES GEOMETRICAS ASTM C-42 | | | | ENSAYO COMPRESION ASTM C-39 | | | | PROMEDIO DE RESISTENCIA | RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | |
|----------------|------------|----------|---------|---------------------------------|---------------|--------------|------|-----------------------------|-----------------|----------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------|---------------|--------|---|--|
| MUESTRA No. | ESTRUCTURA | COD | | SUB ESTRUCTURA | FECHA EXTRAC. | FECHA ROTURA | EDAD | ALTURA cm. | DIAMETRO cm. | ESBELTEZ | FACTOR CORRECCION | CARGA ROTURAS Kg. | AREA (cm ²) | RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | DISPERO Fc | % RESISTENCIA | Kg/cm2 | % | |
| | | VIVIENDA | COD-LAB | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | VGA | V02 | V-2A | VIGA V02 V-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 445.50 | 13.20 | 33.8 | — | — | 44.3 | — | |
| 2 | VGA | V02 | V-2B | VIGA V02 V-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.25 | 4.10 | 2.01 | 1.00 | 487.30 | 13.20 | 37.0 | — | — | | | |
| 3 | VGA | V02 | V-2C | VIGA V02 V-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.25 | 4.10 | 2.01 | 1.00 | 820.60 | 13.20 | 62.2 | — | — | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

Acondicionamiento Humedad = Bolsa plasticas no absorbentes

Alexandra G. Macedo Velca
 INGENIERO CIVIL
 CIP 65212



PROYECTO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO
 UBICACIÓN: RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA
 EXTRACCIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

RLAB - 903 Rev. 001 - 2022

PROYECTO : VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS. TÉCNICO : JAVIER LOZANO CHAVEZ
 UBICACIÓN : RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO. ING. RESPONSABLE : ALEXSANDRA MACEDO VILCA
 ESTRUCTURA : VIVIENDA 02 -RESIDENCIAL AEROPUERTO JULIACA. FECHA : 17/04/2022
 ESTRUCTURA : COLUMNA ESTRUCTURAL. FORMATO : ACI - 318S

EXTRACCIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

| IDENTIFICACIÓN | | | | VARIABLES GEOMETRICAS ASTM C-42 | | | | ENSAYO COMPRESION ASTM C-39 | | | | PROMEDIO DE RESISTENCIA | RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | |
|----------------|------------|----------|---------|---------------------------------|---------------|--------------|------|-----------------------------|-----------------|----------|-------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|---|--|
| MUESTRA No. | ESTRUCTURA | COD | | SUB ESTRUCTURA | FECHA EXTRAC. | FECHA ROTURA | EDAD | ALTURA cm. | DIAMETRO cm. | ESBELTEZ | FACTOR CORRECCION | CARGA ROTURAS Kg. | AREA (cm ²) | RESISTENCIA COMPRESIÓN CORREGIDA | DISEÑO F _c | % RESISTENCIA | Kgf/cm ² | % | |
| | | VIVIENDA | COD-LAB | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | COLUMNA | V02 | C-2A | COLUMNA V02 C-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.25 | 4.10 | 2.01 | 1.00 | 544.50 | 13.20 | 41.3 | - | - | 49.5 | - | |
| 2 | COLUMNA | V02 | C-2B | COLUMNA V02 C-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 738.10 | 13.20 | 56.0 | - | - | | | |
| 3 | COLUMNA | V02 | C-2C | COLUMNA V02 C-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.15 | 4.10 | 1.99 | 1.00 | 675.40 | 13.20 | 51.2 | - | - | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES :

Acondicionamiento Humedad = Bolsa plasticas no absorbentes

Alexandra G. Macedo Vilca
 Alexandra G. Macedo Vilca
 INGENIERO CIVIL
 CIP 85232



PROYECTO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO
 UBICACIÓN: RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA
 EXTRACCIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

RLAB - 003 Rev. 001 - 2022

PROYECTO : VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRÍA Y NÚCLEOS DIAMANTINOS. TÉCNICO : JAVIER LOZANO CHAVEZ
 UBICACIÓN : RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO. ING. RESPONSABLE : ALEXSANDRA MACEDO VILCA
 ESTRUCTURA : VIVIENDA 03 - RESIDENCIAL AEROPUERTO JULIACA. FECHA : 17/04/2022
 ESTRUCTURA : VIGA ESTRUCTURAL. FORMATO : ACI - 318S

EXTRACCIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

| IDENTIFICACION | | | | | | | VARIABLES GEOMETRICAS ASTM C-42 | | | | ENSAYO COMPRESION ASTM C-39 | | | | PROMEDIO DE RESISTENCIA | RESISTENCIA PROMEDIO | | | |
|----------------|------------|----------|---------|----------------|---------------|--------------|---------------------------------|---------------|-----------------|----------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|---|--|
| MUESTRA No. | ESTRUCTURA | COD | | SUB ESTRUCTURA | FECHA EXTRAC. | FECHA ROTURA | EDAD | ALTURA cm. | DIAMETRO cm. | ESBELTEZ | FACTOR CORRECCION | CARGA ROTURAS Kg. | AREA (cm ²) | RESISTENCIA COMPRESION CORREGIDA | DISEÑO f'c | % RESISTENCIA | Kg/cm ² | % | |
| | | VIVIENDA | COD-LAB | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | VGA | V03 | V-3A | VGA V03 V-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 829.40 | 13.20 | 62.9 | - | - | 62.2 | - | |
| 2 | VGA | V03 | V-3B | VGA V03 V-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.25 | 4.10 | 2.01 | 1.00 | 860.20 | 13.20 | 65.2 | - | - | | | |
| 3 | VGA | V03 | V-3C | VGA V03 V-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 771.10 | 13.20 | 58.5 | - | - | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

Acondicionamiento: Humedad = Bolsa plasticas no absorbentes

Diana
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 55212



PROYECTO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRIA Y NUCLEOS DIAMANTINOS, RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO
UBICACIÓN: RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA
EXTRACCION, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NUCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

RLAB - 093 Rev. 091 - 2022

PROYECTO: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ENTRE EL MÉTODO DE ESCLEROMETRIA Y NUCLEOS DIAMANTINOS. **TÉCNICO:** JAVIER LOZANO CHAVEZ
UBICACIÓN: RESIDENCIAL AEROPUERTO, JULIACA - PUNO **ING. RESPONSABLE:** ALEXSANDRA MACEDO VELCA
ESTRUCTURA: VIVIENDA 03 -RESIDENCIAL AEROPUERTO JULIACA **FECHA:** 17/04/2022
ESTRUCTURA: COLUMNA ESTRUCTURAL **FORMATO:** ACJ - 3185

EXTRACCION, ACONDICIONAMIENTO Y ROTURAS DE NUCLEOS DE CONCRETO (ASTM C - 42 y ASTM C - 39)

| IDENTIFICACION | | | | VARIABLES GEOMETRICAS ASTM C-42 | | | | ENSAYO COMPRESION ASTM C-39 | | | | PROMEDIO DE RESISTENCIA | RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | |
|----------------|------------|----------|---------|---------------------------------|---------------|--------------|------|-----------------------------|-----------------|----------|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------|---------------|---------------------|----|--|
| MUESTRA No. | ESTRUCTURA | COD | | SUB ESTRUCTURA | FECHA EXTRAC. | FECHA ROTURA | EDAD | ALTURA cm. | DIAMETRO cm. | ESBELTEZ | FACTOR CORRECCION | CARGA ROTURAS Kg. | AREA (cm ²) | RESISTENCIA COMPRESION N | DISEÑO Fc | % RESISTENCIA | Kgf/cm ² | % | |
| | | VIVIENDA | COD-LAB | | | | | | | | | | | RESISTENCIA CORREGIDA | | | | | |
| 1 | COLUMNA | V03 | C-3A | COLUMNA V03-C-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.15 | 4.10 | 1.99 | 1.00 | 717.20 | 13.20 | 54.4 | -- | -- | 63.6 | -- | |
| 2 | COLUMNA | V03 | C-3B | COLUMNA V03-C-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 895.40 | 13.20 | 67.9 | -- | -- | | | |
| 3 | COLUMNA | V03 | C-3C | COLUMNA V03-C-1 | 10-Abr-22 | 17-Abr-22 | >>28 | 8.20 | 4.10 | 2.00 | 1.00 | 905.30 | 13.20 | 68.6 | -- | -- | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

Acondicionamiento Humedad = Bolsa plasticas no absorberentes

Alexandra G. Macedo Velca
Alexandra G. Macedo Velca
 INGENIERO CIVIL
 CIP 85232



9.2. PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO N°1: EXTRACCIÓN DE UNA DE LAS MUESTRAS DE NÚCLEO DE CONCRETO



FOTO N°2: PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE ELEMENTO FERROSO EN ELEMENTO ESTRUCTURAL



FOTO N°3: PRESENTACIÓN DE NÚCLEOS DIAMANTINOS CAPINADOS



FOTO N°4: NÚCLEO DIAMANTINO ENSAYADO


Marianda G. Macabeo
INGENIERO CIVIL
CIP 89232

Anexo 7: Certificados de calibración de equipos



ROCKOLAB LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



PROTOCOLO DE CALIBRACIÓN INTERNA

N° 0015-2021

Fecha: 20-11-2021

Hora: 15:30pm

Responsable: Tec. JAVIER LOZANO CHAVEZ

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| EQUIPO | ESCLERÓMETRO |
| LUGAR DE VERIFICACIÓN | JR. RAMIS 132 - PUNO |
| MODELO | HT-225 |
| CODIGO | - |
| MARCA | CMC |
| SERIE | 02010163 |
| PROCEDENCIA | CHINA |
| IDENTIFICACIÓN | HT-225 |
| FECHA DE CALIBRACIÓN INTERNA | 20/11/2021 |
| METODO USADO | COMPARACIÓN CON PATRÓN YUNQUE |
| RANGO DE CALIBRACIÓN | 80+2 Mpa |

La comprobación del estado de calibración se realizó según el procedimiento descrito por el fabricante para 10 valores de medición de rebote frente al yunque estandarizado.

| Medida | Valor (Mpa) |
|--------|-------------|
| 1 | 81 |
| 2 | 80 |
| 3 | 81 |
| 4 | 81 |
| 5 | 81 |
| 6 | 80 |
| 7 | 81 |
| 8 | 81 |
| 9 | 81 |
| 10 | 81 |

Conclusión: Se puede verificar que la medición está dentro del rango de calibración que indica el fabricante.

Siguiente fecha de verificación: 20-05-2022


ROCKO TOOLS LAB. S.R.L.
Laboratorio de Suelos y Pav.
RUC: 20601284457
GERENCIA

Tepro Urb. Aziruni III Etapa, Zona B, Mz. P, Lote 02 - PUNO
laboratoriosrocko@gmail.com

Cel: 901648117 - 910040183
RockoTools Lab S.R.L. Ruc: 20601284457



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 205 - 2022

Página : 1 de 2

- Expediente : T 230-2022
Fecha de emisión : 2022-01-10
1. Solicitante : ROCKOTOOLS LAB S.R.L.
Dirección : JR. RAMIS NRO. 132 PUNO - PUNO
2. Descripción del Equipo : PRENSA
Marca de Prensa : SUASCON
Modelo de Prensa : R112
Serie de Prensa : 00110-1B
Tipo de Celda : "S"
Marca de Celda : MOVIN
Modelo de Celda : 20210-5k
Serie de Celda : 8502726
Capacidad de Prensa : 100t
Marca de Indicador : WEIGHT
Modelo de Indicador : DY - AZ
Serie de Indicador : NO INDICA
3. Lugar y fecha de Calibración
JR. RAMIS NRO. 132 PUNO - PUNO
29 - DICIEMBRE - 2021
4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .
5. Trazabilidad
- | INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO O INFORME | TRAZABILIDAD |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| CELDA DE CARGA | AEP TRANSDUCERS | INF-LE 090-2021 | UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ |
| INDICADOR | AEP TRANSDUCERS | | |
6. Condiciones Ambientales
- | | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 22.3 | 22.5 |
| Humedad % | 55 | 22 |
7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.
8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.
- Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
- Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 205 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

| SISTEMA DIGITAL "A" kgf | SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf) | | | | PROMEDIO "B" kgf | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
|-------------------------|------------------------------|---------|-------------|-------------|------------------|------------|-------------|
| | SERIE 1 | SERIE 2 | ERROR (1) % | ERROR (2) % | | | |
| 500 | 502,00 | 502,00 | -0,40 | -0,40 | 502,00 | -0,40 | 0,00 |
| 1000 | 1004,00 | 1005,00 | -0,40 | -0,50 | 1004,50 | -0,45 | -0,10 |
| 1500 | 1507,00 | 1507,00 | -0,47 | -0,47 | 1507,00 | -0,48 | 0,00 |
| 2000 | 2009,00 | 2010,00 | -0,45 | -0,50 | 2009,50 | -0,47 | -0,05 |
| 2500 | 2511,00 | 2510,00 | -0,44 | -0,40 | 2510,50 | -0,43 | 0,04 |
| 3000 | 3012,00 | 3010,00 | -0,40 | -0,33 | 3011,00 | -0,37 | 0,07 |
| 3500 | 3510,00 | 3509,00 | -0,29 | -0,26 | 3509,50 | -0,27 | 0,03 |
| 4000 | 4009,00 | 4010,00 | -0,23 | -0,25 | 4009,50 | -0,24 | -0,03 |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente de Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste: $y = 0,9978x - 3,0778$

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

GRÁFICO N° 1

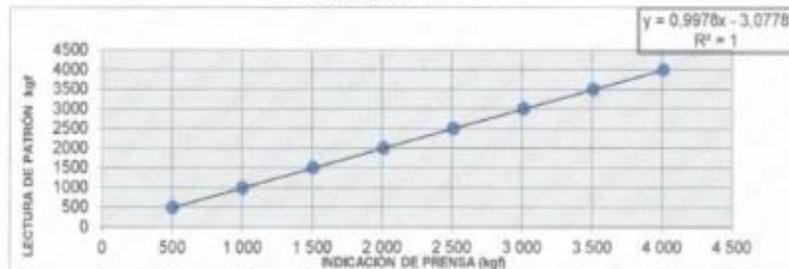
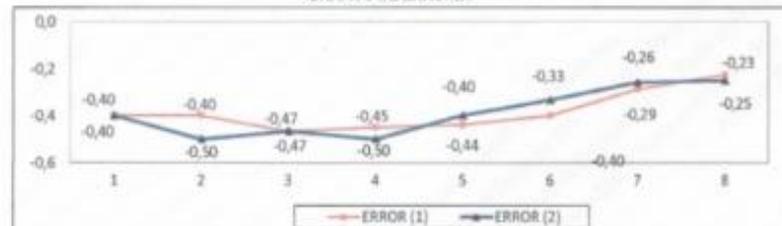


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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