

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS:

“Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista - Ayacucho, 2024”

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Bach. Maria Luz RONDINEL ROBLES

ASESOR:

Mtro. Richard Alex OSCCO PECEROS

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia, por su amor incondicional y su apoyo constante; a mis amigos, por acompañarme en cada paso de este camino; y a mis docentes, por su guía y sabiduría, que han sido fundamentales en mi formación. A todos ustedes, gracias por creer en mí y ayudarme a alcanzar este objetivo.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proceso. A mis docentes, por compartir sus conocimientos y por su paciencia; a mi familia, por su constante apoyo y motivación; y a mis amigos, por su compañía y palabras de aliento. Gracias a todos por contribuir a mi crecimiento personal y profesional.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE GRAFICOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPITULO I.....	14
MARCO TEÓRICO	14
1.1 Antecedentes	14
1.1.1 A nivel mundial.....	14
1.1.2 A nivel Nacional	14
1.2 Bases teóricas.....	17
1.2.1 Albañilería.....	17
1.2.2 Tipos de albañilería.....	17
1.2.3 Concreto.....	17
1.2.4 Propiedad del concreto endurecido	17
1.2.5 Martillo de Schmidt o esclerómetro.....	17
1.2.6 Modelos de esclerómetros.....	18
1.2.7 Principios de medición.....	21
1.2.8 Factores que afectan los valores de rebote	21
1.2.9 Curvas de conversión.....	25
1.2.10 Corazón diamantino	26
1.3 Marco normativo.....	27
1.3.1 Norma E070, albañilería	27

1.3.2	Normativa E060, Concreto Armado.....	27
1.3.3	Norma Técnica Peruana 339.181(método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido).....	28
1.3.4	NTP 339.059 (método de ensayo de corazones diamantinos).....	30
1.3.5	Ensayo a compresión simple.....	30
1.3.6	Hipótesis.....	31
	CAPITULO II.....	33
	METODOLOGIA.....	33
2.1	Ubicación del proyecto de investigación	33
2.1.1	Ubicación política	33
2.1.2	Ubicación geográfica	33
2.2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
2.2.1	Técnicas	35
2.2.2	Reglamentos.....	35
2.2.3	Instrumentos de Recolección de datos	35
2.2.4	Tratamiento estadístico	35
2.3	Materiales y equipos	35
2.3.1	Materiales de escritorio	35
2.3.2	Equipos en campo	35
2.3.3	Materiales en laboratorio.....	36
2.4	Procedimiento metodológico	36
2.4.1	Tipo de la investigación	36
2.4.2	Diseño de investigación	36
2.4.3	Población y Muestra.....	36
2.5	Procedimiento de la investigación	37
2.5.1	Del objetivo específico 1: Determinar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de extracción de testigos con núcleos diamantinos de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.....	37

2.5.2	Del objetivo específico 2: Determinar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.	44
2.5.3	Del Objetivo específico 3 : Comparar la variación de resultados entre los ensayos de extracción de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.....	51
	CAPITULO III	52
	RESULTADOS Y DISCUSIONES	52
3.1	Resultados	52
3.1.1	Del objetivo 1: Se determinó la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de extracción de testigos con núcleos diamantinos.	52
3.1.1	Del objetivo específico 2: Se Determino la dureza estructural del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de esclerometría.....	56
3.1.1	Del objetivo específico 3: Se comparó la variación de resultados entre los ensayos de extracción de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.....	59
3.1.2	Correlación de resistencia de compresión de diamantina con numero de rebotes del martillo.	62
3.1.3	Discusiones	72
	CONCLUSIONES	74
	RECOMENDACIONES.....	75
	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	76
	ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores de corrección por profundidad de carbonatación y tiempo de construcción	24
Tabla 2 Ubicación Geográfica	33
Tabla 3 Coordenada geográfica UTM WGS84, población de muestreo	33
Tabla 4 Pruebas de resistencia de comprensión (cantidad a obtener de muestra)	36
Tabla 5 Datos de ensayo diamantino y esclerómetro	37
Tabla 6 Factor de relación según relación L/D	43
Tabla 7 Códigos de viviendas unifamiliares.....	52
Tabla 8 Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Epilio Cardenas Laines.....	52
Tabla 9 Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Napolitano	53
Tabla 10 Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Wilian Rondinel	53
Tabla 11 Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda German Coronado.....	53
Tabla 12 Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Rondinel Espinosa.....	54
Tabla 13 Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Delfina Auqui	54
Tabla 14 Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Rolando Robles	54
Tabla 15 Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Edgar Conde	55
Tabla 16 Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Elipio Cardenas Laines	56
Tabla 17 Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Napolitano	56
Tabla 18 Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Wilian Rondinel	56
Tabla 19 Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda German Coronado	57
Tabla 20 Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Rondinel Espinoza	57
Tabla 21 Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Delfina Auqui.....	57
Tabla 22 Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Rolando Robles.....	58
Tabla 23 Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Edgar Conde.....	58
Tabla 24 Comparación Vivienda unifamiliar Elipio Cárdenas Laines	59
Tabla 25 Comparación de ensayos vivienda unifamiliar Napolitano	59
Tabla 26 Comparación de ensayos vivienda unifamiliar Wilian Rondinel	59
Tabla 27 Comparación de ensayos vivienda familiar German Coronado	60
Tabla 28 Comparación de ensayos vivienda familiar Rondinel Espinoza.....	60
Tabla 29 Comparación de ensayos vivienda familiar Delfina Auqui.....	60

Tabla 30 Comparación de ensayos vivienda familiar Rolando Robles	61
Tabla 31 Comparación de ensayos vivienda familiar Edgar Conde	61
Tabla 32 Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Elipio C. ...	62
Tabla 33 Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Napolitano	62
Tabla 34 Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Wilian Rondinel.....	63
Tabla 35 Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes German Coronado.	63
Tabla 36 Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Rondinel Espinoza.....	63
Tabla 37 Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Delfina Auqui	64
Tabla 38 Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Rolando Robles	64
Tabla 39 Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Edgar Conde	64
Tabla 40 Comparación de la resistencia del concreto núcleo diamantinos vs. Correlación lineal - vivienda Elipio C.	65
Tabla 41 Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Napolitano	66
Tabla 42 Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Wilian Rondinel	66
Tabla 43 Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Geman Coronado.....	66
Tabla 44 Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Rondinel Espinoza	67
Tabla 45 Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Delfina Auqui.....	67
Tabla 46 Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Rolando Robles.....	67
Tabla 47 Comparación de la resistencia del concreto núcleo diamantinos vs. Correlación lineal - vivienda familiar Edgar Conde.....	68
Tabla 48 Rango de variación entre los resultados de ensayos y la correlación	69
Tabla 49 Resistencia a la compresión promedio.....	70
Tabla 50 Variación promedio absoluto de los ensayos y la correlación.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Parte del martillo de Schmidt</i>	18
Figura 2 <i>Modelo tipo N (convencional)</i>	19
Figura 3 <i>Modelo tipo NR</i>	19
Figura 4 <i>Modelo tipo PT/P/PM</i>	20
Figura 5 <i>Modelo tipo L/LR</i>	20
Figura 6 <i>Abaco de corrección para distintos tipos de orientación del esclerómetro</i>	22
Figura 7 <i>Influencia de la posición del aparato y condiciones de humedad de la superficie en lectura de índice esclerómetro</i>	23
Figura 8 <i>Coefficiente de forma</i>	25
Figura 9 <i>Curva de conversión ,modelo N/NR</i>	25
Figura 10 <i>Curvas de conversión ,martillo para ensayos de hormigón</i>	29
Figura 11 <i>Correlación ensayo diamantina vs ensayo de esclerometría</i>	30
Figura 12 <i>Extracción de núcleo de concreto en columna</i>	30
Figura 13 <i>Equipo para la fuerza de compresión en diamantina</i>	31
Figura 14 <i>Plano de ubicación</i>	34
Figura 15 <i>Diagrama de flujo extracción de muestras núcleo diamantino</i>	38
Figura 16 <i>Escaneo de barra de refuerzo - BOSCH</i>	39
Figura 17 <i>Punto de Anclaje a 30cm</i>	39
Figura 18 <i>Extracción de corazón diamantino en columna</i>	40
Figura 19 <i>Extracción de núcleo diamantina en vigas</i>	40
Figura 20 <i>Extracción de corazón diamantina en losa aligerada</i>	41
Figura 21 <i>Muestras de corazones diamantinos en viviendas</i>	41
Figura 22 <i>Prueba de compresión de corazones diamantinas</i>	42
Figura 23 <i>Rotura de diamantinas extraídas de columna, viga y losa aligerada</i>	42
Figura 24 <i>Diagrama de flujo ensayó de martillo de rebote</i>	45
Figura 25 <i>Martillo de rebote manual</i>	46
Figura 26 <i>Preparación de la superficie lisa</i>	46
Figura 27 <i>Cartilla de disparos</i>	47
Figura 28 <i>Armar el punzón de impacto</i>	47
Figura 29 <i>Prueba con el martillo de rebote en losa aligerada</i>	48
Figura 30 <i>Prueba de martillo de rebote en columna</i>	48
Figura 31 <i>Prueba de martillo de rebote en viga</i>	49
Figura 32 <i>Lectura del Resultado de prueba de la escala</i>	49
Figura 33 <i>Curva de conversión basadas en la resistencia a la compresión de un cilindro</i>	50

Figura 34 <i>Ensayo con esclerómetro en viga</i>	80
Figura 35 <i>Ensayo esclerómetro en losa aligerada</i>	80
Figura 36 <i>Ensayo con esclerómetro en columna</i>	81
Figura 37 <i>Extracción de núcleo diamantino en columna</i>	81
Figura 38 <i>Extracción de núcleo diamantino en losa aligerada</i>	82
Figura 39 <i>Extracción de núcleo diamantino en columna D-8</i>	82

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1	<i>Comparación de ensayos de resistencia ensayo diamantino y esclerometría</i>	<i>61</i>
Gráfico 2	<i>Correlación lineal de los ensayos de resistencia a compresión de núcleos</i>	<i>65</i>
Gráfico 3	<i>Comparación entre ensayo de laboratorio y correlación.....</i>	<i>68</i>
Gráfico 4	<i>Comparación entre ensayos de laboratorio y la correlación</i>	<i>70</i>

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar el cumplimiento de la resistencia a la compresión del concreto en elementos estructurales de ocho viviendas unifamiliares ubicadas en el distrito de San Juan Bautista, Ayacucho, mediante la aplicación de ensayos destructivos (extracción de testigos con broca diamantina) y no destructivos (esclerometría). Se analizaron un total de 48 muestras obtenidas de columnas, vigas y losas aligeradas, con el objetivo de comparar los resultados obtenidos por ambos métodos frente al valor de diseño estipulado. Los ensayos destructivos arrojaron un valor promedio de 182.31 kg/cm², superando en 4.31 % el valor de diseño de 175 kg/cm². Por su parte, los ensayos con esclerómetro registraron un promedio de 220.10 kg/cm², superando dicho valor en un 25.75 %. Ambos resultados evidencian que el concreto empleado cumple con los requerimientos mínimos establecidos por la Norma Técnica Peruana E.060. Además, el análisis estadístico mostró una alta correlación lineal entre ambos métodos, con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.9946$, lo cual demuestra la consistencia y confiabilidad del modelo matemático de correlación utilizado. Las variaciones observadas fueron mínimas: ± 3.94 kg/cm² en los ensayos de laboratorio y ± 1.52 kg/cm² en el modelo de correlación. En conclusión, se determina que ambos métodos de evaluación son efectivos y complementarios para la verificación de la resistencia de la concreta in situ, contribuyendo a garantizar la seguridad estructural de las edificaciones analizadas.

Palabra clave: Resistencia a la compresión, ensayo destructivo, ensayo no destructivo.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the compliance of concrete compressive strength in structural elements of eight single-family homes located in the district of San Juan Bautista, Ayacucho, through the application of destructive (core extraction with diamond drill) and non-destructive (rebound hammer) testing methods. A total of 48 samples were analyzed from columns, beams, and lightweight slabs, aiming to compare the results obtained by both methods against the specified design value. The destructive tests yielded an average compressive strength of 182.31 kg/cm², exceeding the design value of 175 kg/cm² by 4.31%. Meanwhile, the rebound hammer tests recorded an average of 220.10 kg/cm², surpassing the design value by 25.75%. Both results indicate that the concrete used meets the minimum requirements established by the Peruvian Technical Standard E.060. Additionally, statistical analysis revealed a high linear correlation between both methods, with a coefficient of determination of $R^2 = 0.9946$, demonstrating the consistency and reliability of the applied correlation model. The observed variations were minimal: ± 3.94 kg/cm² in laboratory tests and ± 1.52 kg/cm² in the correlation model. In conclusion, both evaluation methods are determined to be effective and complementary for verifying the in-situ compressive strength of concrete, contributing to the structural safety of the analyzed buildings.

Keywords: Compressive strength, destructive test, non-destructive test.

INTRODUCCIÓN

Según la ONU (2018), el crecimiento urbano global está estrechamente ligado al aumento de la población. Se proyecta que para el año 2050, alrededor del 68% de la población mundial residirá en zonas urbanas, lo que implica un incremento del 13%. Este proceso dependerá en gran medida de que se logre un desarrollo sostenible en cada región, especialmente en aquellos países con limitaciones económicas, donde se está priorizando la reducción del impacto ambiental para mejorar las condiciones de vida.

El crecimiento poblacional está impulsando una migración constante de áreas rurales hacia las ciudades, lo que provoca un aumento en la densidad urbana. Este cambio ha llevado a que se dé mayor prioridad a las zonas residenciales, relegando los espacios verdes. De acuerdo con Soto-Cortés (2015), ciudades como Pekín, Ciudad de México y São Paulo enfrentan serias dificultades debido a una expansión urbana desordenada, lo cual se refleja en una escasa valoración del entorno ambiental y en la disminución de la calidad de vida. En países en vías de desarrollo, este problema persiste debido al constante crecimiento poblacional y a la falta de atención adecuada al impacto ambiental dentro de sus procesos económicos.

En América, el crecimiento poblacional impacta significativamente en el ámbito económico y social. Según Carreño et al. (2018), en Latinoamérica este fenómeno está influenciado por factores económicos, geográficos y sociales, siendo clave la búsqueda de nuevos espacios para vivir y desarrollar actividades comerciales. Las grandes ciudades con un desarrollo urbano más sostenible resultan atractivas para quienes migran en busca de mejor calidad de vida y bienestar económico.

En Centroamérica, se proyecta que las principales ciudades incrementarán su densidad poblacional en un 15% en las próximas décadas. Capitales como la de Guatemala están en constante expansión debido a la creciente demanda de espacios habitacionales. En Honduras, la expansión desordenada de su metrópoli hacia las periferias dificulta la planificación urbana, especialmente en lo referente a la provisión de servicios básicos (García et al., 2018).

En este contexto, la tecnología juega un papel clave en el análisis y solución de estos desafíos. Cano Salinas et al. (2017) utilizaron imágenes satelitales para estudiar la expansión urbana en Hidalgo, México, identificando cambios en el uso del suelo y el impacto ambiental generado. Estos estudios permiten comprender mejor el crecimiento territorial y proponer medidas de planificación para un desarrollo urbano más ordenado y sostenible.

En el Perú, el crecimiento territorial responde principalmente a la necesidad de contar con espacios habitables. Ante la escasez de terrenos urbanos, muchos pobladores modifican el uso del suelo, transformando tierras agrícolas en áreas urbanas. Según Flores y Said (2019), esta dinámica se vio impulsada por la Ley N.º 26505, que permite inversiones estatales en terrenos colindantes y facilita la construcción de viviendas mediante el cambio de uso de suelo. Como respuesta, algunas provincias están promoviendo conjuntos habitacionales con arquitectura vertical sustentable.

Sin embargo, un desafío clave es garantizar condiciones adecuadas de habitabilidad. A nivel nacional, muchas urbanizaciones jóvenes carecen de servicios básicos como agua potable, saneamiento y zonas residenciales planificadas, lo que afecta directamente la calidad de vida. Esto se agrava por el rápido crecimiento poblacional, especialmente por la migración interna, que empuja a las personas a asentarse en zonas periféricas sin infraestructura adecuada (Espinoza & Fort, 2017).

Por otro lado, la industria de la construcción en el país ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, convirtiéndose en uno de los sectores con mayor generación de empleo. Este dinamismo ha incrementado la demanda de materiales como el concreto, ampliamente utilizado por su resistencia, durabilidad y versatilidad. En obras civiles —como viviendas, edificios, canales y puentes—, la resistencia a la compresión del concreto es clave para garantizar la calidad estructural.

A nivel regional, el departamento de Ayacucho experimentó un proceso significativo de expansión territorial a raíz del conflicto armado interno ocurrido en los años 80. Según la Subgerencia de Planeamiento Urbano y Catastro (2018), tras el fin de la violencia, muchos pobladores que se habían desplazado a Lima retornaron, mientras que otros, provenientes de zonas rurales afectadas, se establecieron permanentemente en la ciudad de Huamanga. Esta migración provocó un crecimiento urbano desordenado, con la ocupación de laderas de alto riesgo, áreas arqueológicas y terrenos agrícolas.

La necesidad de vivienda llevó a que muchas familias se asentaran en suelos no aptos para uso urbano, incluyendo zonas protegidas como patrimonio cultural. Como señala Gutiérrez (2015), este fenómeno generó una transformación del espacio urbano en Ayacucho, caracterizada por el cambio de uso del suelo y la aparición de nuevas urbanizaciones. En varios casos, estas viviendas adoptaron elementos arquitectónicos coloniales como parte de un intento por integrarse al entorno histórico de la ciudad, aunque surgieron principalmente como respuesta a la demanda habitacional generada por el crecimiento poblacional.

No obstante, un problema estructural persistente en el ámbito local, particularmente en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, radica en que un elevado porcentaje de viviendas unifamiliares han sido construidas sin la supervisión de profesionales especializados, delegando la ejecución a maestros de obra o albañiles empíricos. Esta práctica, común en procesos de autoconstrucción, ha generado múltiples deficiencias en la calidad del concreto utilizado. En la mayoría de los casos, no se ha seguido un control adecuado en las etapas críticas de producción del concreto, como el diseño de mezcla, la dosificación precisa de materiales, el mezclado homogéneo, el transporte oportuno, la correcta colocación en encofrados, la compactación eficiente ni el curado necesario para garantizar su desarrollo de resistencia. Como consecuencia, los elementos estructurales (vigas, columnas y losas) presentan una resistencia mecánica por debajo de la especificada en los planos de diseño y en las normas técnicas peruanas, lo que compromete seriamente la estabilidad estructural de las edificaciones y pone en riesgo la seguridad de sus ocupantes, especialmente frente a eventos sísmicos, comunes en esta región del país.

En este contexto, resulta fundamental realizar una evaluación precisa de la resistencia real del concreto en los elementos estructurales de las edificaciones. Para ello, se recurre a métodos de evaluación tanto destructivos como no destructivos, siendo los más representativos el ensayo de extracción de testigos cilíndricos mediante perforación diamantina, conforme a la norma NTP 339.059, y el ensayo de esclerometría, de acuerdo con la norma NTP 339.181. El presente estudio se desarrolló en viviendas unifamiliares del distrito de San Juan Bautista durante el año 2024, aplicando un enfoque cuantitativo y comparativo. Los resultados obtenidos permitirán determinar si los elementos estructurales analizados cumplen con los niveles mínimos de resistencia exigidos por la normativa, así como orientar la toma de decisiones para posibles intervenciones técnicas correctivas o de refuerzo estructural.

Para alcanzar los fines propuestos en esta investigación, se ha formulado el siguiente objetivo general:

Objetivo general

- Evaluar y comparar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, utilizando ensayos de extracción de testigos con núcleos diamantinos y esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

Objetivo específico

1. Determinar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de extracción de testigos con núcleos diamantinos de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

2. Determinar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.
3. Comparar la variación de resultados entre los ensayos de extracción de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

La investigación se basa en una metodología experimental, cuantitativa y comparativa, que permite analizar con rigurosidad la resistencia a la compresión del concreto en viviendas construidas sin supervisión técnica formal. El proceso inicia con una inspección visual de las edificaciones de viviendas unifamiliares, luego se realiza la toma de muestras mediante extracción de testigos cilíndricos con equipo diamantado y la aplicación del ensayo no destructivo con esclerómetro tipo Schmidt en elementos estructurales representativos (losa aligerada, vigas y columnas).

Ambos resultados serán analizados estadísticamente para contrastar la eficacia y precisión de cada método.

Aunque las técnicas de evaluación estructural pueden percibirse como costosas, esta investigación demuestra que su aplicación resulta económicamente más eficiente que asumir los costos de una demolición total o reconstrucción de las viviendas. Al identificar oportunamente las debilidades estructurales, es posible proponer refuerzos localizados en los elementos que lo requieran, optimizando así los recursos financieros de los propietarios y/o del Estado. Por tanto, este estudio representa un aporte económico tangible en términos de conservación y mantenimiento de infraestructura existente.

La determinación de la resistencia del concreto (f'_c) es un procedimiento crítico para garantizar la seguridad estructural, especialmente en construcciones sin supervisión técnica, ya que permite verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño (NTP. E.060), identificar deficiencias constructivas (dosificación inadecuada, compactación deficiente o carbonatación avanzada), y fundamentar decisiones técnicas objetivas sobre refuerzo estructural o rehabilitación. Esta evaluación, mediante ensayos destructivos (extracción de núcleos) y no destructivos (esclerometría), no solo previene riesgos de colapso al detectar elementos con resistencia inferior al 75% del valor proyectado, sino que también optimiza recursos económicos al evitar demoliciones innecesarias y reducir costos de intervención hasta en un 40%, constituyéndose así en una herramienta indispensable para la preservación segura y eficiente del patrimonio construido.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

A continuación, se describe los trabajos de similar contenido y trabajos realizados alrededor del área de estudio.

1.1.1 *A nivel mundial*

Oliveira, Farage, Goliatt y Bittencourt (2018), en el artículo publicado “Análisis y validación de curvas de correlación entre esclerometría y ensayos de compresión para la evaluación de la resistencia a la compresión de hormigones”, menciona que se llevó a cabo una comparación entre los resultados obtenidos mediante esclerometría y ensayo de compresión simple en concreto de alta resistencia, aplicados a diversos elementos estructurales. El análisis experimental reveló que, para columnas, la resistencia promedio registrada fue de 510.3 kg/cm² con esclerometría y 281.5 kg/cm² con compresión simple (a partir de 31 ensayos). En las vigas (5 ensayos), la resistencia fue de 468.6 kg/cm² con esclerometría y 255.2 kg/cm² con compresión simple. Por otro lado, para las losas (9 ensayos), los valores obtenidos fueron 510.8 kg/cm² mediante esclerometría y 335.4 kg/cm² con compresión simple. Los resultados muestran una diferencia considerable en la resistencia dependiendo del método utilizado para cada tipo de elemento estructural.

Galindo (2022), menciona en su tesis de la Escuela Politécnica Nacional de Quito, se llevó a cabo un análisis comparativo entre los ensayos de esclerometría, ultrasonido y extracción de núcleos para determinar la resistencia a compresión y el módulo de elasticidad del hormigón endurecido. En el edificio de administración, se tomaron 16 núcleos, 12 datos de ensayo de rebote, 16 de ultrasonido y 2 pruebas del módulo de elasticidad. Los ensayos de compresión en núcleos registraron resistencias entre 369 y 528 kg/cm², mientras que los ensayos de ultrasonido arrojaron tiempos de transición de 27.40 y 23.80 microsegundos. Se observó que la esclerometría tiene una correlación directa con los resultados de compresión, con resistencias promedio de 299 y 349 kg/cm², siendo estos valores aproximadamente un 16.72% mayores. Esto resalta la importancia de considerar diferentes métodos para obtener una visión más precisa del comportamiento del hormigón.

1.1.2 *A nivel Nacional*

Matamoros (2024), El trabajo de titulación titulado "Uso del esclerómetro en la resistencia a compresión del concreto en viviendas autoconstruidas en Puyhuan – Huancavelica" analizó cómo el esclerómetro permite estimar la resistencia a compresión en columnas y vigas de viviendas informales ubicadas en el sector Puyhuan del Barrio San Cristóbal, en la región de Huancavelica. Este método, considerado no destructivo, evalúa las propiedades del concreto sin

causar daño a los elementos estructurales, y su aplicación se desarrolló conforme a los parámetros establecidos en la norma NTP 339.181. La investigación fue de carácter aplicado, con un enfoque explicativo y utilizando el método científico, apoyada en un diseño experimental y cuasi experimental. La selección de la muestra fue deliberada, tomando como población todas las viviendas del sector Puyhuan. Se realizaron 108 ensayos en columnas y 108 en vigas, abarcando un total de 36 viviendas. Para cada columna se llevaron a cabo tres mediciones (en las partes inferior, media y superior), y para cada viga tres adicionales (en las secciones izquierda, media y derecha). Cada ensayo consistió en 10 disparos del esclerómetro, respetando una distancia mínima de una pulgada entre ellos y dentro de un radio de 15 cm, siguiendo los criterios de la norma NTP 339.181. Los resultados mostraron que el 72 % de las columnas y el 61 % de las vigas evaluadas presentaron resistencias a compresión inferiores a 175 kg/cm², lo que no cumple con los estándares de la norma E-070. Estos hallazgos indican que el concreto en los elementos estructurales presenta deficiencias significativas, lo que implica un alto riesgo de colapso estructural en caso de sismos.

En el estudio realizado por Borja (2021), como parte de su trabajo para obtener el grado de Maestro en Construcción en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, se analizó la relación entre la resistencia del concreto en condiciones reales (expresada en kg/cm²) y los valores obtenidos mediante el uso del esclerómetro, un método de ensayo no destructivo. El objetivo central fue establecer el nivel de confianza con el que pueden aceptarse los resultados de este tipo de evaluación. El investigador determinó que existe una relación lineal significativa entre las mediciones realizadas con el esclerómetro y los resultados obtenidos a través de pruebas de compresión en prensa, lo que demuestra que el ensayo es confiable y práctico. Las evaluaciones realizadas con un esclerómetro mecánico arrojaron coeficientes de correlación (R^2) de hasta 0.9467, lo que refleja un 95 % de confianza en la resistencia estimada del concreto, respaldando así la utilidad de este método para analizar materiales de construcción.

Vivanco & David (2021), mencionan que La investigación se centra en comparar métodos destructivos y no destructivos para evaluar la resistencia a la compresión del concreto, un parámetro clave en la construcción. Para ello, se siguieron los procedimientos de la norma ASTM C39 / NTP 339.034, que describe cómo realizar ensayos en probetas cilíndricas de concreto. Estos ensayos se utilizan para garantizar que el concreto cumpla con las especificaciones de resistencia necesarias para la seguridad estructural.

El estudio se llevó a cabo en estructuras de concreto en Puerto Casma durante 2021, con un enfoque experimental y cuantitativo. Se analizaron 60 muestras: 20 probetas mediante ensayos destructivos, 20 mediante el uso del esclerómetro (un método no destructivo) y 20 viviendas para

ensayos in situ. Los resultados indicaron que los ensayos no destructivos con esclerómetro mostraron diferencias de hasta un 20% en comparación con los métodos destructivos, lo que sugiere que, aunque los ensayos no destructivos son útiles, no siempre reflejan con precisión la resistencia real del concreto. Esto resalta la importancia de utilizar ambos enfoques para una evaluación más precisa.

En el distrito de San Juan Bautista, el crecimiento socioeconómico ha impulsado un aumento en la construcción de viviendas unifamiliares y otras obras civiles, tanto públicas como privadas, lo que ha generado una mayor demanda de concreto para estructuras de diversas escalas. Este panorama requiere un control riguroso de la calidad de los materiales, siendo la prueba de compresión en cilindros estándar el método tradicional más utilizado durante más de 70 años para evaluar la resistencia y calidad del concreto. Sin embargo, se ha identificado la necesidad de adoptar métodos alternativos que permitan estimar la resistencia del concreto directamente in situ, ya que los ensayos convencionales no consideran factores como la colocación, compactación y curado en condiciones reales, lo que puede conducir a resultados poco precisos. en la evaluación de los elementos estructurales.

Katherine (2017), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniera Civil titulada “*Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría de la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil – Cajamarca*”, realizó un estudio comparativo entre los resultados de resistencia a la compresión del concreto obtenidos mediante ensayos no destructivos (esclerometría) con dos equipos distintos, y ensayos destructivos a través de la extracción de núcleos. Los datos revelaron que el esclerómetro *Zhejiang Tugong Instrument Co.* arrojó resultados un 19.39% superiores respecto al método con diamantina, mientras que el esclerómetro *FORNEY L.P.* reportó una diferencia del 54.87%. Dada esta significativa variación, se consideraron más confiables los valores obtenidos con el primer equipo. Adicionalmente, se evidenció que ambos métodos superaron la resistencia especificada en el diseño, siendo 56.98% mayor mediante esclerometría y 31.31% a través de la extracción con diamantina.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Albañilería

(Norma técnica peruana [NTP E.070] ,2019,p.07) es un material estructural compuesta por “unidades de albañilería” asentadas con mortero, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

1.2.2 Tipos de albañilería

a) Albañilería armada

(NTP E.070,2019,p.7); menciona que la albañilería reforzada interiormente por varillas de acero distribuidas verticalmente y horizontalmente e integradas mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir a los refuerzos.

b) Albañilería confinada

(NTP E.070,2019,P.7); es reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería.

1.2.3 Concreto

Según Abanto (2009),” el concreto es una mezcla del cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua las cuales se colocarán en proporciones adecuadas a su dosificación”. (p.11).

1.2.4 Propiedad del concreto endurecido

- Resistencia

Harmsen (2002), menciona que “es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento , este parámetro es obtenido a través del ensayo de un cilindro estándar de 15 cm de diámetro con un procedimiento estándar de la probeta tenga 28 días de vida para ser ensayada, con factores de corrección aplicadas a concretos ligeros de 1600 a 1920 kg/cm² y a concretos normales con resistencia a la compresión entre 140 kg/cm² y 420 kg/cm².los factores que afectan la resistencia de compresión es la relación de agua cemento ,contenido de cemento ,tipo de cemento ,calidad de los agregados.

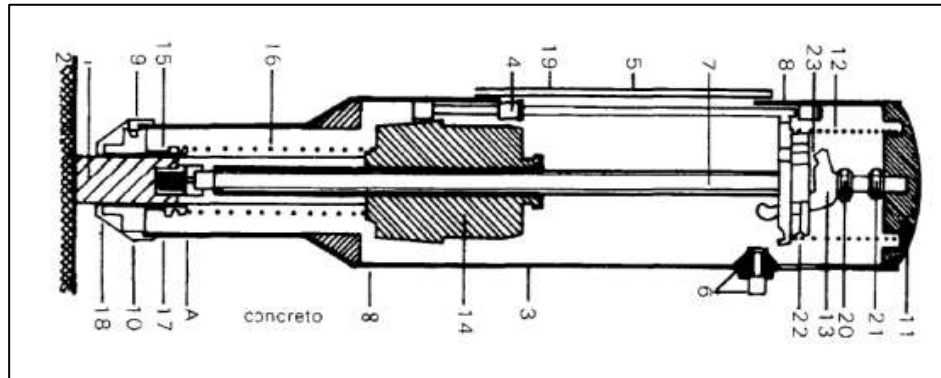
1.2.5 Martillo de Schmidt o esclerómetro.

Velázquez (2018), esta herramienta o aparato nos sirve para determinar la fuerza a compresión, luego de obtener la dureza superficial del concreto en una estructura, de una manera rápida y sin generar daño al elemento estructural. Cuando se presiona el botón de disparo del esclerómetro, se libera una masa que hace contacto con la superficie a muestrear, que al reaccionar provoca un rebote. El rebote se interpreta de manera que el

desplazamiento en sentido contrario a la inicial arrastra consigo un indicador que se el equipo muestra en una determinada escala. Cabe destacar que mientras más duro sea el concreto, mayor será el rebote.

Figura 1

Parte del martillo de Schmidt



Fuente: Proceq(2017); manual de operación martillo para ensayos de hormigón.

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1. Embolo de impacto | 13. Trinque |
| 2. Superficie de cemento | 14. Masa de martillo |
| 3. Alojamiento | 15. Aro retén |
| 4. Guia con vástago guía | 16. Muelle de impacto |
| 5. Escala | 17. Mango de guía |
| 6. Reten | 18. Arandela de hierro |
| 7. Guia de martillo | 19. Ventanilla de plexiglás |
| 8. Disco | 20. Tornillo de desplazamiento |
| 9. Tapadera | 21. Contratuerca |
| 10. Aro de dos partes | 22. Pasador |
| 11. Cubierta posterior | 23. Muelle de trinquete |
| 12. Muelle de compresión | |

1.2.6 Modelos de esclerómetros

Según Proceq (2017), en su catálogo de esclerómetros se describen los distintos modelos disponibles, especificando sus características técnicas y aplicaciones.

- Modelo tipo N

Rango de medida de 10 a 70N/mm²

Energía de impacto 2,207 Nm

Valor de rebote se mide en la escala

Figura 2

Modelo tipo N (convencional)



Fuente: Proceq(2017); manual de operación esclerómetros.

- Tipo NR

Diseñado para un rango de medida de 10 a 70 N/mm², registra valores de rebote se graban en un rollo de papel encerado. Cada rollo permite almacenar 150 resultados hasta 4000 impactos.

Figura 3

Modelo tipo NR



Fuente: Proceq(2017); manual de operación esclerómetros.

- TIPO PT/P/PM

Esta gama de esclerómetros pendulares se utiliza para materiales de construcción de baja resistencia. De 5 a 30 N/mm²; 0.2 a 5 N/mm² para hormigones ligeros, suelos emplastecidos, hormigones sin fraguar o tratados con calor, control de calidad en morteros de albañilería.

Figura 4

Modelo tipo PT/P/PM



Fuente: Proceq(2017); manual de operación esclerómetros.

- **TIPO L/LR**

También con un rango de mida de 10 a 70 N/mm² ,as dimensiones son iguales a la de N y NR, pero con una energía de impacto tres veces menor que los modelos N o NR. Se usan en materiales delgados <100 mm de espesor , particularmente en materiales pétreos y roca.

Figura 5

Modelo tipo L/LR



Fuente: Proceq(2017); manual de operación esclerómetros.

1.2.7 Principios de medición

Según Proceq (2017), manual de operaciones de martillo para ensayos de hormigón, el dispositivo mide el valor de rebote R, que existe una relación específica entre el valor de la dureza y la resistencia del hormigón. Los modelos N Y NR podrán ser usados para la ejecución de ensayos en :

- Elementos de hormigón de un espesor de 100 mm o mas
- Hormigón de un tamaño de partícula máxima <32 mm
- Los modelos L Y LR podrán ser usados para la ejecución de ensayos en:
- Elementos de dimensiones pequeñas (espesor de 50 a 100 mm)

1.2.8 Factores que afectan los valores de rebote

a. Forma y tipo de superficie

San Juan (2013) señala que el uso del método de rebote no es adecuado en superficies abiertas, irregulares o que han sido vaciadas directamente contra el terreno, ya que estas condiciones afectan la precisión del ensayo. Para obtener resultados confiables, se recomienda que las mediciones se realicen sobre superficies bien encofradas, planas y uniformes. En ciertos casos, incluso se recurre al pulido de la superficie antes de realizar el ensayo, con el fin de mejorar la regularidad y garantizar una evaluación más precisa de la resistencia del concreto.

Gomes (1987), menciona a precisión de los resultados obtenidos mediante el ensayo esclerométrico puede verse influenciada por las características de la superficie del concreto, especialmente por su forma y la textura que dejan las formaletas utilizadas durante el vaciado.

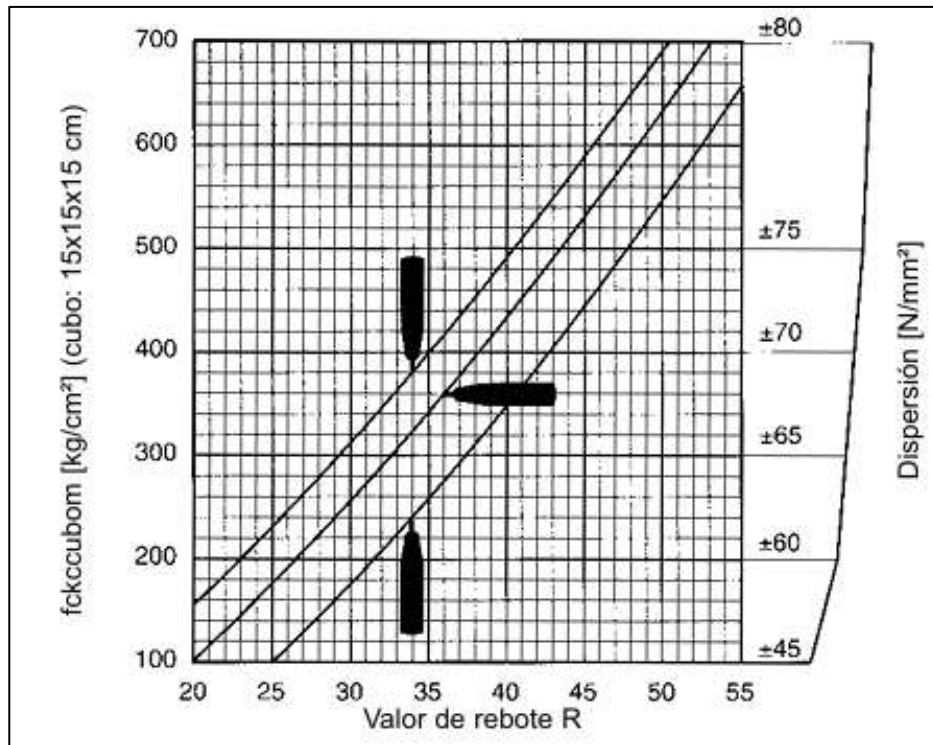
b. Dirección y posición del aparato

Según Badilla (2014), varios estudios han demostrado que, aunque el concreto evaluado presente las mismas características estructurales en elementos verticales (columnas) y horizontales (vigas), y se utilice el mismo martillo de Schmidt, los resultados pueden variar dependiendo de si el ensayo se realiza en superficies verticales, horizontales, hacia arriba o hacia abajo. Esto se debe a la relación entre la energía recuperada y el efecto de la gravedad. Por ello, se recomienda hacer las mediciones en una sola dirección para obtener comparaciones precisas y confiables o, en su defecto, emplear curvas de conversión adecuadas según la dirección del impacto.

Gómez (2015), está claro que; si dependemos del índice de la magnitud de rebote de la masa, el valor determinado in-situ será afectado y alterado por la posición del aparato de medición (esclerómetro); horizontal o vertical positivo o negativo, ya que la gravedad es un componente que actúa de manera favorable o desfavorable en el índice de rebote de dicha masa.

Figura 6

Abaco de corrección para distintos tipos de orientación del esclerómetro



Fuente: *Manual Operacional -SCHMIDT, 2017*

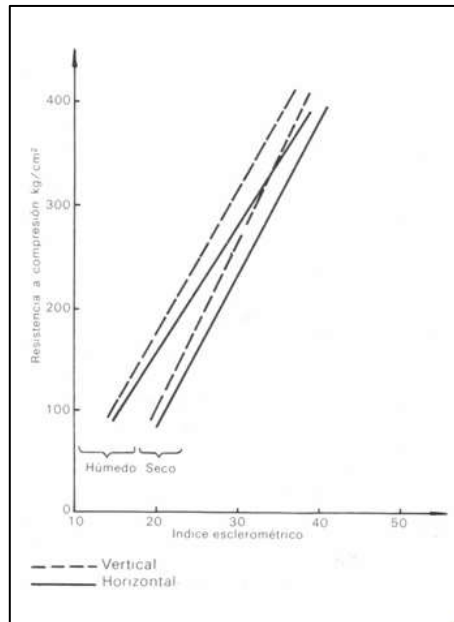
En el gráfico se muestra el valor de rebote R para diferentes direcciones de impacto verticalmente en ángulos de + 90° grados (hacia arriba) , -90° grados (hacia abajo) y horizontal Angulo de 0° grados con una variación ±6.0.

c. Humedad y temperatura

Gómez (1987), Cuando el concreto tiene agua saturada en sus poros superficiales, esta amortigua o suaviza el impacto del martillo de rebote como resultado, el rebote de la masa es menor, y por eso se obtienen valores más bajos del índice de rebote en comparación con superficies secas. En otras palabras, una superficie húmeda absorbe parte del golpe, lo que reduce la precisión del resultado y puede subestimar la resistencia real del concreto.

Figura 7

Influencia de la posición del aparato y condiciones de humedad de la superficie en lectura de índice esclerómetro



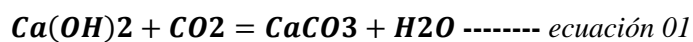
Fuente: Artículo Científico, Gómez (1987)

d. Edad de concreto

Sanjuan (2013) menciona cuando el concreto aún no alcanza más de los 90 días no existe influencia externa en la superficie de la estructura que pueda vulnerar cambios en la lectura del esclerómetro, para ello se aplican factores de reducción.

e. Carbonatación

Gómez (1987) menciona que, con el paso del tiempo, el concreto experimenta un fenómeno conocido como carbonatación superficial, el cual provoca un aumento de la dureza en la superficie sin que ello implique un incremento en su resistencia mecánica real. Este proceso ocurre cuando el anhídrido carbónico (CO_2) del ambiente penetra en el concreto a través de los poros capilares y reacciona con el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) presente en la pasta cementicia, formando carbonato de calcio (CaCO_3) y agua.



La carbonatación irá progresivamente incrementando al pasar del tiempo de manera natural desde el exterior (superficie), hasta el interior de la estructura.

Según San Juan (2013), cuando la carbonatación se mantiene dentro de una profundidad superficial de hasta 5 mm, no se presentan alteraciones significativas en los resultados del índice de rebote. No obstante, cuando este fenómeno avanza a profundidades mayores, puede endurecer artificialmente la superficie, lo que conlleva a

una sobreestimación de la resistencia del concreto de hasta un 50 % por encima del valor real, generando lecturas no representativas del comportamiento estructural interno.

Badilla (2014), menciona que la carbonatación del concreto es un fenómeno que se intensifica con el tiempo, por lo que la antigüedad del elemento estructural puede servir como indicio de su posible presencia. Para reducir su influencia en los resultados de ensayos no destructivos, se sugiere retirar la capa superficial afectada utilizando una amoladora manual, abarcando un área de al menos 120 mm de diámetro. Esto permite aplicar el ensayo de rebote sobre una zona del concreto en mejores condiciones. Sin embargo, cuando la carbonatación ha penetrado a mayor profundidad, esta medida resulta insuficiente, ya que no es posible eliminarla únicamente mediante una limpieza superficial.

Tabla 1

Factores de corrección por profundidad de carbonatación y tiempo de construcción

Tiempo (años)	Profundidad(cm)	Factor de corrección
0.5	0.31	0.9700
1	0.63	0.9622
2	1.25	0.9200
3	1.88	0.8772
4	2.5	0.8400
5	3.13	0.7948
6	3.75	0.7600
7	4.38	0.7248
8	5	0.6800
9	5.63	0.6422
10 a mas	6.25	0.6200

Fuente: San Juan (2013)

f. Coeficiente de forma:

Copred (2017) , menciona en el manual del esclerómetro la resistencia a la compresión medida en una máquina de ensayos de compresión dependerá de la forma y el tamaño de la muestra. Los siguientes coeficientes de forma se conocen especificación para cilindro y para cubos.

Figura 8

Coefficiente de forma

Cubo	150 mm	200 mm	300 mm
Forma coeficiente	1.00 1.25	0.95 1.19	0.85 1.06
Cilindro	Ø 150x300 mm Ø 6"x12"	Ø 100x200 mm	Ø 200x200 mm
Forma coeficiente	0.80 1.00	0.85 1.06	0.95 1.19
Núcleo de taladro	Ø 50x56 mm	Ø 100x100 mm	Ø 150x150 mm
Forma coeficiente	1.04 1.30	1.02 1.28	1.00 1.25

Fuente: Proceq (2017), manual de operación martillo para ensayos de hormigón

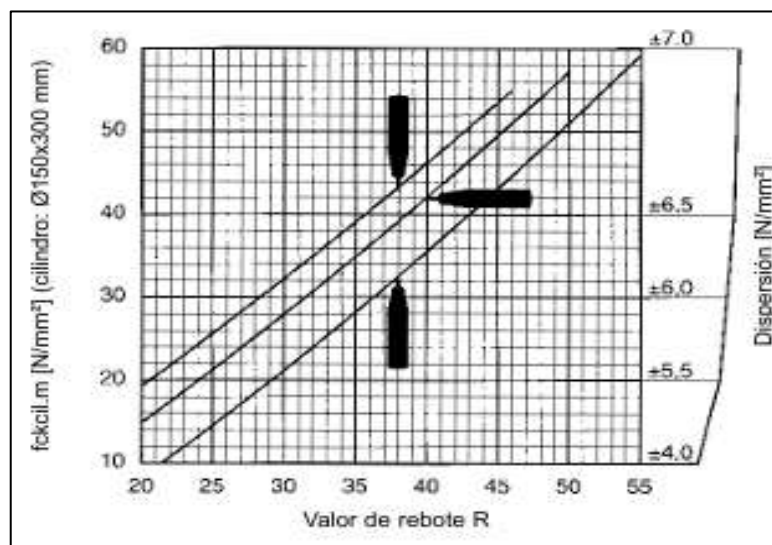
1.2.9 Curvas de conversión

Las curvas de conversión para el martillo para ensayos de hormigón están basadas en mediciones realizadas en muchos cubos de muestra, los valores de rebote R están prácticamente independiente del :

- Contenido de cemento en el hormigón
- La graduación de las partículas
- El diámetro de las partículas más grandes en la fina mezcla de grava ,siempre y cuando el diámetro máximo de partícula sea ≤ 32 mm
- La relación de agua y cemento.

Figura 9

Curva de conversión ,modelo N/NR



Fuente: Proceq(2017), manual de operación martillo para ensayos de hormigón.

Donde la resistencia a la presión promedio de un cilindro es un valor probable o los valores máximos y mínimos que están ajustados de tal modo que el 80% de todos los resultados de prueba son incluidos.

1.2.10 Corazón diamantino

Torre (2002), menciona que La extracción de núcleos de concreto es un procedimiento utilizado para obtener muestras del concreto que se encuentra en una estructura, ya sea para realizar pruebas de resistencia, análisis de calidad, evaluación de la condición estructural, o para realizar reparaciones o mejoras. La resistencia de los núcleos de concreto depende del grado de humedad en la cual estará siendo sometido. Según Norma Técnica Peruana 339.059 ((NTP 339.059), 2011), un corazón diamantino es una muestra cilíndrica de concreto extraída directamente de una estructura endurecida mediante un equipo de perforación con broca diamantada. Esta técnica permite evaluar propiedades mecánicas del concreto, especialmente su resistencia a la compresión, cuando existen dudas sobre su calidad en obra. Para obtener resultados representativos, el núcleo debe extraerse perpendicularmente a la superficie de vaciado, evitando zonas con juntas frías o extremos de elementos estructurales. Además, cuando se requiere para otros fines distintos al análisis de resistencia, su extracción debe seguir las indicaciones del Supervisor de pruebas.

Para la extracción de los corazones diamantinos se tiene que tener en cuenta

a) Diámetro

- El diámetro de los testigos será por lo menos tres veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso usado en el concreto.
- En el caso de elementos estructurales que no soportan carga o cuando no es posible extraer núcleos de concreto (corazones diamantinos) con una relación longitud-diámetro (L/D) igual o mayor a 1, se permite el uso de núcleos con diámetros menores a 94 mm, según lo señalado se reconoce que los núcleos con un diámetro nominal de 50 mm (2 pulgadas) suelen presentar resultados de resistencia a la compresión más bajos y con mayor variabilidad en comparación con los núcleos de 100 mm (4 pulgadas) de diámetro.

b) Longitud

- La longitud del espécimen deberá ser tal que, cuando esté refrendado, sea prácticamente el doble de su diámetro o esté entre 1.9 y 2.1 veces el diámetro.
- Especímenes con relación longitud-diámetro igual o menor que 1.75 requiere de un factor de corrección para la medida de la resistencia.

c) Condiciones de humedad

Los especímenes de prueba deberán ser ensayados en condiciones representativas de humedad de la obra, minimiza el tiempo de exposición al agua durante la preparación de las bases para evitar cambios en la humedad del concreto.

d) Aserrado de bases

- Las bases de los corazones diamantino a ser ensayados en compresión serán planas, y perpendiculares al eje longitudinal de conformidad con la NTP 339.034.
- Las superficies terminadas no se apartarán de la perpendicularidad al eje longitudinal por una pendiente de más de 1:8d, donde d es el diámetro promedio de los corazones diamantino en mm.

1.3 Marco normativo

1.3.1 Norma E070, albañilería

Norma Técnica Peruana E.070 (NTP. E0.70, 2006), establece los lineamientos para el diseño, construcción y supervisión de edificaciones que utilizan mampostería estructural, como ladrillos o bloques de concreto, con el objetivo de garantizar la seguridad estructural, especialmente en zonas sísmicas. Esta norma regula el uso de albañilería portante, confinada y armada, y resalta la importancia de los elementos de confinamiento (columnas y vigas de amarre), los cuales proporcionan resistencia lateral y ductilidad a los muros de albañilería. En ese sentido, se especifica que “el concreto de los elementos de confinamiento tendrá una resistencia a la compresión mayor o igual a 17.15 MPa (175 kg/cm²) y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica de Edificación E.060 - Concreto Armado”, esta disposición se basa en la necesidad de que dichos elementos trabajen de manera eficiente junto al refuerzo de acero, permitiendo la correcta transmisión de cargas y la estabilidad del sistema estructural.

1.3.2 Normativa E060, Concreto Armado.

Según el Reglamento Nacional de edificaciones (NTP. E.060, 2019), establece los requisitos y criterios mínimos necesarios para el análisis, diseño, selección de materiales, construcción, control de calidad y supervisión de estructuras de concreto armado, pretensado y simple. Los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deben ajustarse a lo que dicta esta norma, la normativa es utilizada para la formula, ejecución de obra y supervisión de obra.

En cuanto al control de calidad del concreto, el numeral de la normativa técnica 5.6.5. investigación de los resultados de ensayo con baja resistencia; el concreto de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85% de f'_c y ningún núcleo tiene una resistencia

menor del 75% de f_c . Cuando los núcleos den valores erráticos de resistencia, se permitirá la extracción de núcleos adicionales de la misma zona. La verificación de los requisitos mínimos de resistencia en núcleos, no exime de responsabilidad al contratista o al proveedor de premezclado de cumplir con el f_{cr} establecido en 5.3 y 5.4 en todos los suministros de concreto.

Asimismo, el numeral 20.2 de la normativa técnica, establece que la evaluación analítica de la resistencia, debe basarse en resultados de ensayos confiables de probetas tomadas y ensayadas durante la construcción, bajo normas estándar establecidas, o de ensayos de núcleos extraídos en la parte de la estructura cuya resistencia está en duda. Las resistencias del concreto deben determinarse como se especifica en el numeral 5.6.5.

1.3.3 Norma Técnica Peruana 339.181(método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido)

(Norma Técnica peruana [NTP],2018) establece los parámetros para estimar tanto cualitativa como cuantitativamente la resistencia del concreto mediante el martillo de rebote o esclerómetro. Este método proporciona una estimación de la dureza superficial , aunque no es suficiente para validar estudios y requiere correlacionarse con ensayos más precisos.

Esta norma se aplica para evaluar la uniformidad del concreto in-situ, para delinear zonas o áreas del concreto pobre o deteriorado en una estructura y para estimar el desarrollo de resistencia in situ. Para un mismo concreto y un mismo equipo el número de rebote es afectado por:

a) Tipo de encofrado

- Fenólico , triplay aceitado
- Metálico

b) Textura superficial

- Liso
- Áspero

c) Orientación del equipo

- Para arriba o ángulo de $+90^\circ$
- Horizontal o ángulo de 0°
- Para abajo o ángulo de -90°

d) Condiciones de superficie

- Agregado
- Mortero
- Acero

e) **Profundidad de carbonatación**

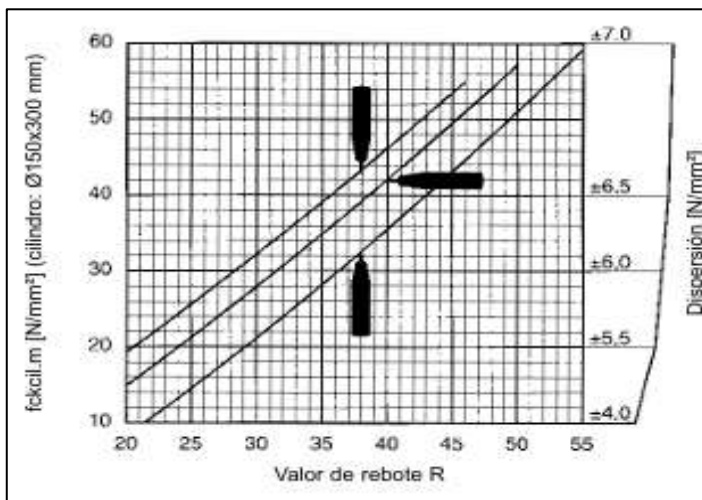
- Mayor
- Menor

Según American Society for Testing and Materials [ASTM C805],2018) menciona que se tiene las formas de uso de los ensayos in situ en una construcción existente.

- La resistencia entre el número de rebote (N) y la resistencia del concreto ($f'c$), proporcionadas por los fabricantes solo se utilizarán para proporcionar indicaciones de la resistencia relativa del concreto en diferentes zonas de una estructura.

Figura 10

Curvas de conversión ,martillo para ensayos de hormigón



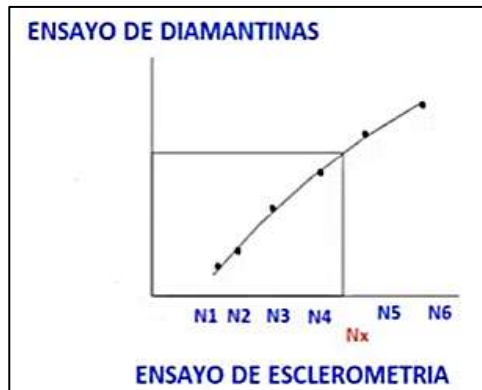
Fuente: Proceq(2017), manual de operación martillo para ensayos de hormigón.

Para usar este método de prueba para estimar la resistencia es necesario establecer una correlación entre la resistencia y el número de rebote para una mezcla de concreto y un aparato dado.

- Establecer la correlación entre el número de rebote y núcleos diamantinos contiguos.
- Se escogerá al menos 06 zonas con diferentes números de rebote
- Por cada punto se tomarán 02 núcleos diamantinos

Figura 11

Correlación ensayo diamantina vs ensayo de esclerometría



Fuente: Charla técnica ASTM C805,2019

1.3.4 NTP 339.059 (método de ensayo de corazones diamantinos)

Según la NTP339.059 (2017), se realiza la extracción de corazones cilíndricos de concreto realizando una perforación en la masa de concreto con la broca cilíndrica de pared delgada. Establece la obtención, preparación y ensayo de longitud, resistencia a la compresión o resistencia a la tracción por compresión diametral de corazones diamantinos.

Es el único ensayo aceptado por los códigos de diseño para determinar la resistencia in situ.

Figura 12

Extracción de núcleo de concreto en columna



Fuente: Máquina de perforación de núcleos, COTECNO,2020

1.3.5 Ensayo a compresión simple

Según la NTP 339.034 (2008) establece los parámetros técnicos para la determinación de la resistencia compresión en probetas cilíndricas y extracción diamantinas de concreto a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla este método consiste en aplicar una carga de compresión axial.

Figura 13

Equipo para la fuerza de compresión en diamantina



Fuente: LEM SUCOAS, Método de ensayo Normalizado (2020)

Los resultados de este método de ensayo son usados como una referencia para el control de calidad del concreto.

$$F' C = P/A$$

Donde:

P= Carga máxima aplicada en kg

A= Área de sección transversal del espécimen en kg/cm^2

F'C = Resistencia a la compresión del concreto en kg/cm^2

1.3.6 Hipótesis

a) Hipótesis General

H₀ : No hay diferencia significativa en la resistencia mediante ambos ensayos de laboratorio.

H_a : Existe una diferencia significativa entre ambos métodos para la atención de resistencia estructural.

b) Hipótesis Específica

Hipótesis específica 1.

El ensayo del índice de rebote es aplicable en estructuras de albañilería.

H₀: Existe una correlación ≥ 0.75 y se ajusta a los parámetros de resistencia estructural establecido en la norma E.070.

Ha: No Existe una correlación < 0.75 que se ajusta a los parámetros de resistencia estructural establecido en la norma E.070.

Hipótesis específica 2.

La resistencia a compresión de ensayo diamantino alcanza la resistencia requerida en la norma E.070 en elementos estructurales de albañilería (columna,viga,losa aligerada)

Ho : ($U \geq 175$) Los valores de resistencia de las estructuras de albañilería no tienen una resistencia menor a 175 kg/cm².

Ha: ($U < 175$) Los valores de resistencia de las estructuras de albañilería tienen una resistencia menor a 175 kg/cm².

CAPITULO II METODOLOGIA

2.1 Ubicación del proyecto de investigación

2.1.1 Ubicación política

Políticamente el área de estudio se encuentra en:

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : San Juan Bautista

2.1.2 Ubicación geográfica

La ubicación geográfica del área de estudio está ubicada en las coordenadas UTM WGS 84, Zona 18I-UTM:

Tabla 2

Ubicación Geográfica

N°	Ubicación	E	N	Cota
	San Juan Bautista	586662.05	8541760.717	2930

Fuente: Google Earth Pro

La población destinada para esta investigación serán el conjunto de columnas, vigas y losas de las edificaciones del distrito de San Juan Bautista.

Tabla 3

Coordenada geográfica UTM WGS84, población de muestreo

N°	Nombre de las viviendas	Coordenadas	
		Este	Norte
1	Vivienda unifamiliar Elipio Cardenas Laines	585145.0	8543240.0
2	Vivienda unifamiliar Napolitano	585175.0	8543226.0
3	Vivienda Unifamiliar Wilian Rondinel	585176.0	8543250.0
4	Vivienda familiar Geman Coronado	585238.0	8543119.0
5	Vivienda familiar Yuri Rondinel Espinoza	585347.0	8542982.0
6	Vivienda Familiar Delfina Auqui	585270.0	8542856.0
7	Vivienda Familiar Rolando Robles	584989.0	8543279.0
8	Vivienda Familiar Edgar Conde	585197.0	8543255.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 14

Plano de ubicación



Perú



Región de Ayacucho



Vista satelital del distrito de San Juan Bautista



Fuente: Obtenida Imagen Satelital _Google Eath (2022).

2.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.2.1 Técnicas

- Parte experimental y Observación

2.2.2 Reglamentos

- ASTM C805M-13a: Método Estándar del Número de rebote en concreto endurecido.
- NTP 339.181: Método de ensayo para determinar el número de rebote del hormigón (concreto) endurecido (esclerometría).
- E.060: Norma técnica de Concreto Armado.
- NTP 339.059: Método de ensayo extracción de corazones diamantinos
- NTP 339.034: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la comprensión del concreto en muestras cilíndricas.

2.2.3 Instrumentos de Recolección de datos

- Formatos para ensayo con esclerometría o prueba de martillo de rebote
- Medición de la resistencia del concreto con instrumento esclerómetro
- Extracción de núcleos de concreto (diamantina)

2.2.4 Tratamiento estadístico

Se aplicará a la información obtenida el análisis estadístico de datos en

- Correlación: Para determinar el grado de relación lineal entre los valores obtenidos por los dos métodos

2.3 Materiales y equipos

Los materiales y equipos principales utilizados para crear el trabajo de investigación actual se enumeran a continuación.

2.3.1 Materiales de escritorio

- Laptop
- Imágenes satelitales
- Softwares: Microsoft Office 2010, Google Earth 7.3.1.
- ArcMap
- calendario

2.3.2 Equipos en campo

- Libreta de apuntes
- GPS navegador
- Cámara fotográfica
- Extracción de núcleo de concreto (broca cilíndrica)
- Esclerómetro

2.3.3 *Materiales en laboratorio*

- Ensayo esclerómetro
- Ensayo de compresión simple (núcleo diamantino)

2.4 Procedimiento metodológico

2.4.1 *Tipo de la investigación*

El diseño de la investigación es de enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo) y se desarrollará bajo un diseño experimental, permitiendo analizar la resistencia y calidad del concreto en elementos estructurales específicos, que busca resolver una problemática específica en un contexto real, como las viviendas unifamiliares de San Juan Bautista, Ayacucho. Además, se considera descriptiva y correlacional, ya que se pretende caracterizar la resistencia del concreto y analizar la relación entre los resultados obtenidos a través de los ensayos de testigos y de esclerometría.

2.4.2 *Diseño de investigación*

- Experimental

Este diseño se adapta a la naturaleza del estudio, ya que se busca evaluar la resistencia del concreto en condiciones reales, sin alterar los elementos estructurales ni manipular variables de manera controlada. Además, permite validar los métodos de ensayo aplicados, considerando las normas técnicas y antecedentes relevantes como el estudio de Badilla (2014).

2.4.3 *Población y Muestra*

- *Población*

La población de estudio fueron 8 viviendas familiares del distrito de San Juan Bautista en la Asociación de los Olivos.

- *Muestra*

La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo no probabilístico, específicamente del tipo por conveniencia, en el cual la elección de los elementos depende de la intención y criterio del investigador (Otzen & Manterola ,2017)

La muestra para la investigación estuvo conformada por un total 48 unidades de análisis estructural ,obtenidas a partir de ensayos en elementos representativos (columna, vigas y losa aligerada)de las viviendas seleccionadas.

Tabla 4

Pruebas de resistencia de comprensión (cantidad a obtener de muestra)

Población de muestreo	Cantidad	Ensayos	cantidad
Viviendas unifamiliares	8	Extracción de corazón de diamantina	48
		Martillo de rebote	48

Fuente: *Elaboración Propia*

En cada elemento se aplicaron dos tipos de evaluaciones : el ensayo no destructivo mediante el índice de rebote (esclerometría) y el ensayo destructivo (extracción de núcleos) con equipo diamantado, ejecutándose dos ensayos por cada tipo de elemento estructural.

Tabla 5

Datos de ensayo diamantino y esclerómetro

N°	Nombre de las viviendas	Pruebas extracción diamantina /esclerómetro		
		Columna	Viga	Losa aligerada
1	Vivienda unifamiliar Elipio Cardenas Laines	2	2	2
2	Vivienda unifamiliar Napolitano	2	2	2
3	Vivienda unifamiliar Wilian Rondinel	2	2	2
4	Vivienda familiar Geman Coronado	2	2	2
5	Vivienda Yuri Rondinel Espinoza	2	2	2
6	Vivienda familiar Delfina Auqui	2	2	2
7	Vivienda familiar Rolando Robles	2	2	2
8	Vivienda familiar Edgar Conde	2	2	2

Fuente: Elaboración Propia

2.5 Procedimiento de la investigación

2.5.1 Del objetivo específico 1: Determinar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de extracción de testigos con núcleos diamantinos de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

1. Identificación y selección de viviendas:

- Criterios: tipo de sistema estructural, antigüedad de construcción, accesibilidad, consentimiento de propietarios.
- Número de viviendas: determinado según muestra representativa.

2. Ubicación de elementos estructurales a evaluar:

- Columnas, vigas y losas aligeradas accesibles, sin revestimientos.

3. Extracción de testigos cilíndricos con taladro diamantado:

- Equipos: taladro con broca diamantina (mín. Ø 2 pulgadas).
- Profundidad y longitud mínima según norma NTP 339.059.
- Registro y etiquetado de cada muestra.

4. Curado y transporte de testigos:

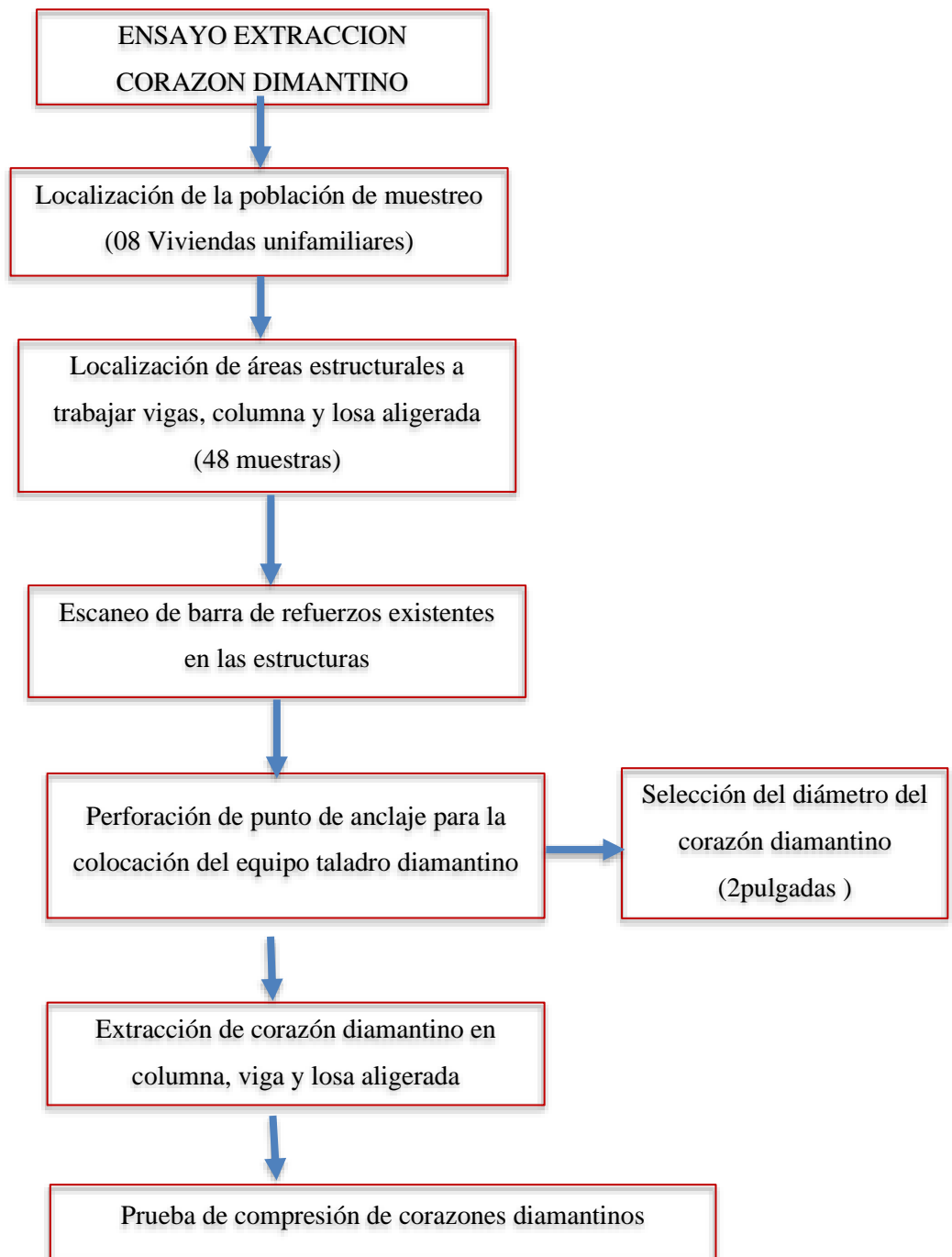
- Almacenamiento temporal en condiciones húmedas.
- Transporte al laboratorio en cooler con control de temperatura.

5. Ensayo de compresión de testigos en laboratorio:

- Normas aplicables: ASTM C42/C39.
- Corrección del diámetro si hay irregularidades.

Figura 15

Diagrama de flujo extracción de muestras núcleo



Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento de extracción de núcleos de diamantina.

- Se realiza el escaneo de barra de refuerzo, utilizando el equipo de escáner llamado BOSCH, está basada en una tecnología de inducción de impulsos electromagnéticos para detectar las barras de refuerzo.

Figura 16

Escaneo de barra de refuerzo - BOSCH



Fuente: INGEOMAX, 2025

- Luego de identificar la ubicación del acero de refuerzo, se procede a realizar una perforación en áreas donde solo haya concreto, evitando dañar las barras de acero. Esta perforación inicial se lleva a cabo con un taladro equipado con una broca de 3/8", con el propósito de establecer el punto de anclaje para el taladro de diamantina.

Figura 17

Punto de Anclaje a 30cm



Fuente: Elaboración Propia

- Una vez fijado el taladro de diamantina de manera perpendicular a la superficie del elemento estructural, se debe asegurar que el área seleccionada esté alejada de juntas de construcción y bordes cercanos para prevenir la extracción de especímenes no representativos o defectuosos. Posteriormente, se lleva a cabo la extracción del núcleo de concreto, asegurando la integridad del mismo para su ensayo.

Figura 18

Extracción de corazón diamantino en columna



Fuente: Elaboración Propia

- Se observa la extracción de corazón diamantina en vigas se extrae 2 muestras en cada vivienda familiar de vigas.

Figura 19

Extracción de núcleo diamantino en vigas



Fuente: Elaboración Propia

- Se observa la extracción de corazón diamantina en losa aligerada se extrae 2 muestras en cada vivienda familiar.

Figura 20

Extracción de corazón diamantina en losa aligerada



Fuente: *Elaboración Propia*

- Se obtiene la muestra de la extracción de núcleos diamantinos en las viviendas

Figura 21

Muestras de corazones diamantinos en viviendas



Fuente: *Elaboración Propia*

- Posteriormente se lleva al laboratorio para sus cálculos

Figura 22

Prueba de comprensión de corazones diamantinas



Fuente: Elaboración Propia

- En el laboratorio realizaremos este conjunto de ensayos para hacer la comparativa de la confiabilidad de la lectura del esclerómetro calibrado previamente y muestras de diamantina.

Figura 23

Rotura de diamantinas extraídas de columna, viga y losa aligerada.



Fuente: Elaboración Propia

- Para calcular la resistencia a compresión de cada probeta, se utiliza su sección transversal basada en el diámetro medio del núcleo extraído. En caso de que la relación entre la longitud y el diámetro del núcleo (L/D) sea considerablemente inferior a 2, se aplica un factor de corrección conforme a lo estipulado en normativas técnicas, garantizando así la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 6

Factor de relación según relación L/D

Relación L/D	Factor de corrección
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1	0.87

Fuente: NTP 339.059 (2017). ensayo extracción diamantina

2.5.2 Del objetivo específico 2: Determinar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

Desarrollo metodológico:

1. Selección de elementos estructurales a evaluar:

- Deben coincidir con los evaluados en el ensayo de extracción (para comparabilidad).

2. Preparación de superficies del concreto:

- Limpieza y remoción de revoques o acabados.
- Lijado o nivelación si es necesario.

3. Ejecución del ensayo esclerométrico (martillo Schmidt):

- Normas: ASTM C805, NTP 339.144.
- Uso del martillo esclerométrico tipo N.
- Aplicación de al menos 10 impactos por punto y descarte de valores atípicos.

4. Conversión de lecturas a resistencia a compresión:

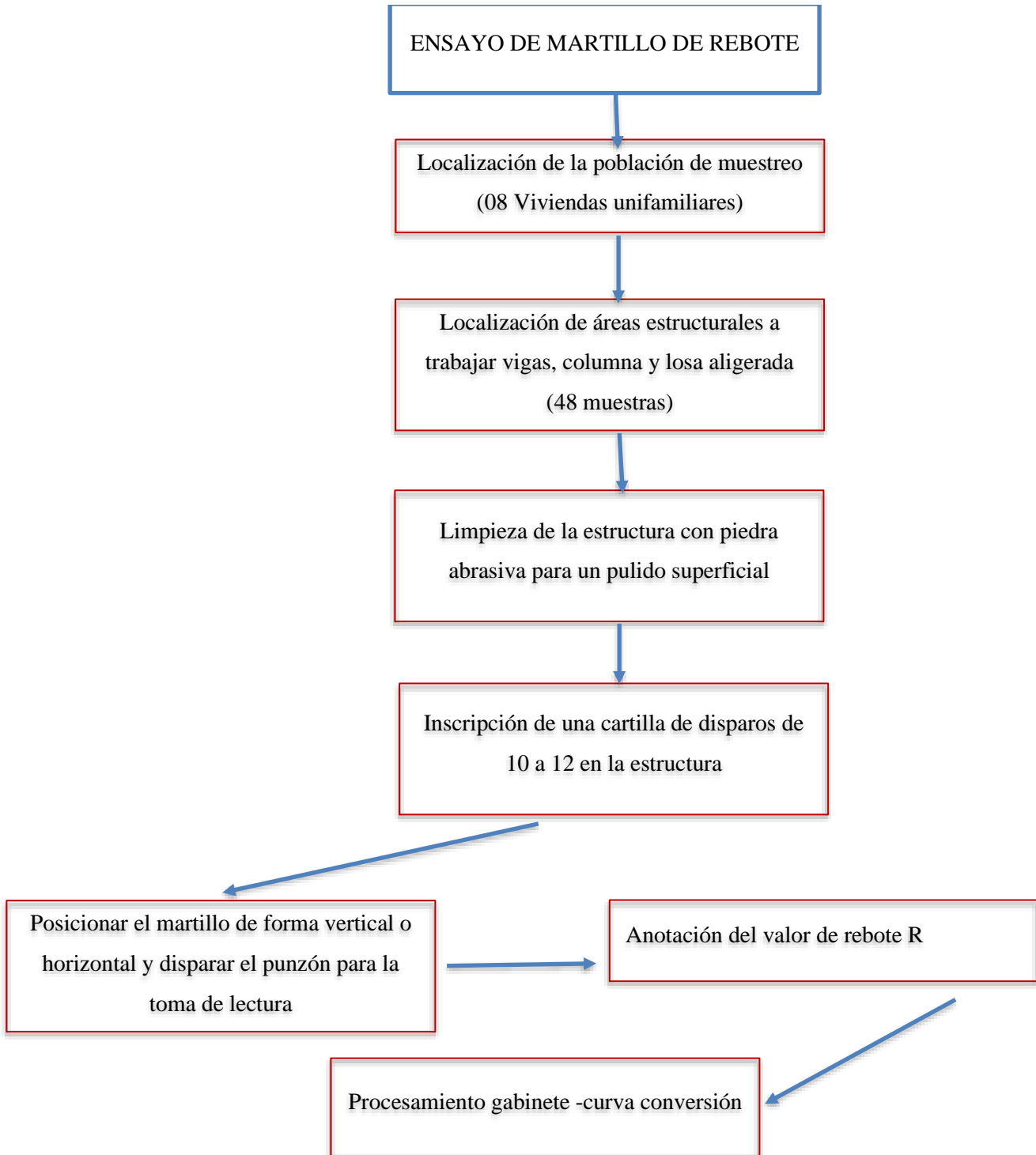
- Uso de curvas de correlación del fabricante o calibradas con ensayos de extracción (si se cuenta).
- Resultados expresados en MPa cálculo de la dureza estructural.

5. Análisis estadístico de resultados:

- Promedio, desviación estándar, variabilidad por tipo de elemento.
- Clasificación de calidad del concreto (baja, media, alta).

Figura 24

Diagrama de flujo ensayó de martillo de rebote



Fuente: Elaboración Propia

El equipo para la elaboración de la medición del número de rebote en concreto endurecido “esclerómetro, Test Hammer 15 x15x15 mm en N/NR.” Se tendrá las siguientes.

Figura 25

Martillo de rebote manual



Fuente: Elaboración propia

- Para la medición del valor de rebote R, se debe tener una superficie lisa y dura.
- Se elimina el polvo u otro elemento no propio del concreto, antes de la prueba para que esta no afecta el índice de rebote, y se efectúa con la piedra abrasiva un pulido superficial

Figura 26

Preparación de la superficie lisa

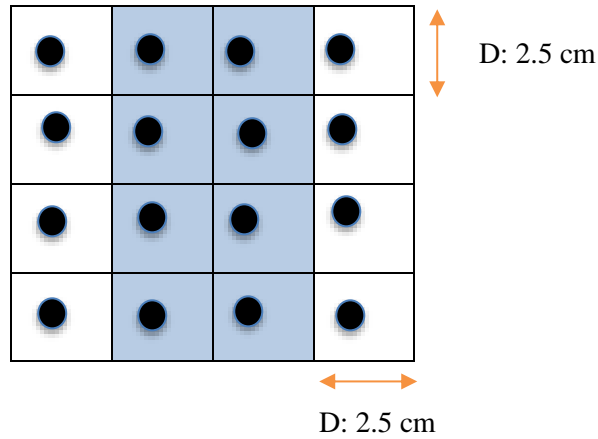


Fuente: Manual de operación SCHMIDT

- Se realizo una cartilla de disparos de distanciamiento entre 2.5cm x 2.5 cm se realiza 10 a 12 disparos.

Figura 27

Cartilla de disparos



Fuente: Elaboración propia

- Posicionar el martillo para ensayos de hormigón perpendicular y en contra de la superficie.
- Disparar el punzón de impacto empujando el martillo para ensayos de hormigón hacia la superficie de ensayo hasta que el botón salte hacia afuera.

Figura 28

Armado del punzón de impacto



Fuente: Elaboración propia

- Cada superficie de ensayo debería ser ensayada con un mínimo de 10 disparos. los puntos de impacto individuales deberán encontrarse a una distancia mínima de 20 mm.

Figura 29

Prueba con el martillo de rebote en losa aligerada



Fuente: Elaboración propia

- Se observa el ensayo de martillo de rebote en columna

Figura 30

Prueba de martillo de rebote en columna



Fuente: Elaboración propia

- Se observa la prueba de martillo rebote en viga teniendo una consideración de datos de 10 a 12 disparos

Figura 31

Prueba de martillo de revote en viga



Fuente: Elaboración propia

- Realizar posteriormente la anotación del valor de rebote R indicando por el puntero en la escala.

Figura 32

Lectura del Resultado de prueba de la escala

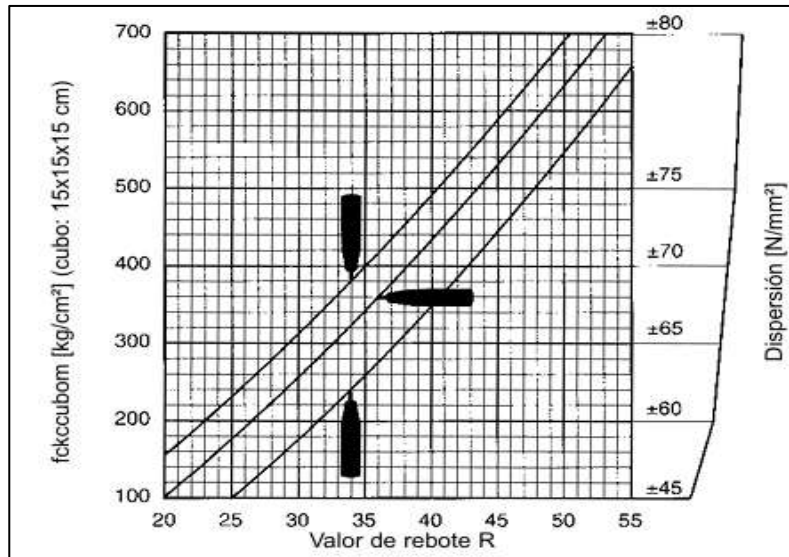


Fuente: Elaboración propia

- Se Realizo la derivación de la curva de conversión para el martillo para ensayos de hormigón basadas en mediciones reales y la validación de la curva de conversión para el cálculo de la dureza estructural.

Figura 33

Curva de conversión basadas en la resistencia a la compresión de un cilindro y el valor de rebote R



Fuente: Manual de operación SCHMIDT

2.5.3 Del Objetivo específico 3 : Comparar la variación de resultados entre los ensayos de extracción de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

1. Consolidación de base de datos:

- Tabulación de resultados de ambos métodos por tipo de elemento y vivienda.

2. Análisis estadístico comparativo:

- Cálculo de media, mediana, desviación estándar.
- Diferencia entre ambos métodos por tipo de elemento (columna, viga, losa).

3. Correlación entre métodos:

- Aplicación de regresión lineal o análisis de correlación (R^2).
- Determinación de grado de aproximación entre métodos.

4. Discusión técnica de resultados:

- Ventajas, limitaciones y aplicabilidad de cada método.
- Recomendaciones para estudios similares o prácticas en campo.

5. Conclusión del grado de confiabilidad de la esclerometría:

- En función del nivel de coincidencia con los resultados del método destructivo (testigos).

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUCIONES

3.1 Resultados

3.1.1 Del objetivo 1: Se determinó la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de extracción de testigos con núcleos diamantinos.

Se realizó el cálculo de la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, teniendo la siguiente codificación de viviendas.

Tabla 7

Códigos de viviendas unifamiliares

N°	Nombre de las viviendas	Código de las viviendas
1	Vivienda unifamiliar Elipio Cardenas Laines	VUEC
2	Vivienda unifamiliar Napolitano	VUNA
3	Vivienda Unifamiliar Wilian Rondinel	VUWR
4	Vivienda familiar German Coronado	VFGC
5	Vivienda familiar Yuri Rondinel Espinoza	VFRE
6	Vivienda Familiar Delfina Auqui	VFDA
7	Vivienda Familiar Rolando Robles	VFRR
8	Vivienda Familiar Edgar Conde	VFEC

Fuente: Laboratorio INGEOMAX,2025

Para la obtención de corazones diamantinos se realizaron bajo el parámetro de la norma técnica peruana NTP 339.059, las muestras extraídas fueron de columnas, vigas y losa aligerada en diferentes viviendas del distrito de San Juan Bautista con los siguientes resultados.

Tabla 8

Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Epilio Cardenas Laines

N°	Estructura	Área	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de rotura (Kn)	Fuerza de rotura (Kg)	Relación a la compresión (kg/cm ²)	F ^c promedio redondeo
1	D-01 columna	19.95	2	1	33.96	3462.97	173.6	175
2	D-02 columna	19.92	2	1	34.61	3529.25	177.1	
3	D-03 viga	20.17	2	1	38.33	3908.59	193.8	195
4	D-04 viga	19.91	2	1	38.38	3913.69	196.6	
5	D-05 losa aligerada	19.93	2	1	38.64	3940.2	197.7	198
6	D-06 losa aligerada	19.9	2	1	38.86	3962.63	199.2	

Fuente: Laboratorio INGEOMAX,2025

Tabla 9*Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Napolitano*

N°	Estructura	Área	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de rotura (Kn)	Fuerza de rotura (Kg)	Relación a la compresión (kg/cm2)	F'c promedio redondeo
1	D-07 columna	19.87	2	1	33.28	3393.63	170.8	170
2	D-08 columna	20.14	2	1	33.43	3408.92	169.3	
3	D-09 viga	19.89	2	1	36.51	3723	187.2	188
4	D-10 viga	19.98	2	1	36.89	3761.75	188.3	
5	D-11 losa aligerada	20.03	2	1	37.46	3819.87	190.7	191
6	D-12 losa aligerada	19.9	2	1	37.48	3821.91	192.1	

*Fuente: Laboratorio INGEOMAX,2025***Tabla 10***Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Wilian Rondinel*

N°	Estructura	Área	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de rotura (Kn)	Fuerza de rotura (Kg)	Relación a la compresión (kg/cm2)	F'c promedio redondeo
1	D-13 columna	20.17	2	1	34.33	3500.7	173.5	175
2	D-14 columna	19.91	2	1	34.38	3505.8	176.1	
3	D-15 viga	19.93	2	1	36.64	3736.25	187.5	187
4	D-16 viga	19.9	2	1	36.52	3724.02	187.2	
5	D-17 losa aligerada	19.87	2	1	37.29	3802.54	191.4	192
6	D-18 losa aligerada	19.83	2	1	37.57	3831.09	193.2	

*Fuente: Laboratorio INGEOMAX,2025***Tabla 11***Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda German Coronado*

N°	Estructura	Área	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de rotura (Kn)	Fuerza de rotura (Kg)	Relación a la compresión (kg/cm2)	F'c promedio redondeo
1	D-19 columna	19.89	2	1	33.18	3383.43	170.1	170.9
2	D-20 columna	19.87	2	1	33.46	3411.98	171.7	
3	D-21 viga	19.87	2	1	35.22	3591.45	180.7	181.10
4	D-22 viga	19.9	2	1	35.41	3610.83	181.5	
5	D-23losa aligerada	19.9	2	1	36.39	3710.76	186.5	184
6	D-24losa aligerada	19.82	2	1	35.28	3597.57	181.5	

Fuente: Laboratorio INGEOMAX,2025

Tabla 12*Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Rondinel Espinosa*

N°	Estructura	Área	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de rotura (Kn)	Fuerza de rotura (Kg)	Relación a la compresión (kg/cm2)	F'c promedio redondeo
1	D-25 columna	19.88	2	1	34.69	3537.41	177.9	180
2	D-26 columna	19.82	2	1	35.22	3591.45	181.2	
3	D-27 viga	19.82	2	1	38.56	3932.04	198.4	199
4	D-28 viga	19.87	2	1	38.83	3959.57	199.3	
5	D-29 losa aligerada	19.89	2	1	38.41	3916.74	96.9	147
6	D-30 losa aligerada	19.79	2	1	38.24	3899.41	197	

*Fuente: Laboratorio INGEOMAX,2025***Tabla 13***Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Delfina Auqui*

N°	Estructura	Área	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de rotura (Kn)	Fuerza de rotura (Kg)	Relación a la compresión (kg/cm2)	F'c promedio redondeo
1	D-31 columna	19.84	2	1	33.29	3394.65	171.1	171
2	D-32 columna	19.84	2	1	33.25	3390.57	170.9	
3	D-33 viga	19.87	2	1	34.58	3526.19	177.5	177
4	D-34 viga	19.81	2	1	34.62	3530.27	177.4	
5	D-35 losa aligerada	19.93	2	1	34.45	3512.94	176.2	177
6	D-36 losa aligerada	19.9	2	1	34.71	3539.45	177.9	

*Fuente: Laboratorio INGEOMAX,2025***Tabla 14***Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Rolando Robles*

N°	Estructura	Área	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de rotura (Kn)	Fuerza de rotura (Kg)	Relación a la compresión (kg/cm2)	F'c promedio redondeo
1	D-37 columna	19.87	2	1	35.26	3595.53	180.9	182
2	D-38 columna	19.83	2	1	35.78	3648.56	184	
3	D-39 viga	19.89	2	1	36.45	3716.88	186.9	186
4	D-40 viga	19.87	2	1	36.12	3683.23	185.4	
5	D-41 losa aligerada	19.82	2	1	36.83	3755.63	189.5	189
6	D-42 losa aligerada	19.92	2	1	36.76	3748.49	188.1	

Fuente: Laboratorio INGEOMAX,2025

Tabla 15*Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina vivienda Edgar Conde*

<i>N°</i>	<i>Estructura</i>	<i>Área</i>	<i>Relación L/D</i>	<i>Corrección por L/D</i>	<i>Fuerza de rotura (Kn)</i>	<i>Fuerza de rotura (Kg)</i>	<i>Relación a la compresión (kg/cm2)</i>	<i>F'c promedio redondeo</i>
1	D-43columna	19.95	2	1	34.11	3478.26	174.3	177
2	D-44 columna	19.82	2	1	34.87	3555.76	179.4	
3	D-45 viga	19.84	2	1	37.12	3785.2	190.7	191
4	D-46 viga	19.84	2	1	37.18	3791.32	191	
5	D-47 losa aligerada	19.95	2	1	37.28	3801.52	190.5	191
6	D-48 losa aligerada	19.82	2	1	37.2	3793.36	191.4	

Fuente: Laboratorio INGEOMAX,2025

3.1.1 Del objetivo específico 2: Se Determino la dureza estructural del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de esclerometría.

Se realizó el cálculo de la dureza estructural del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas mediante ensayos de esclerometría en función a la curva de conversión tenida en el manual del martillo de rebote N, en viviendas unifamiliares del distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

Tabla 16

Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Elipio Cardenas Laines

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerómetro (kg/cm2)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm2)
1	P-01 columna	26.4	193.75	0.970	187.93
2	P-02 columna	27.0	205.98	0.970	199.80
3	P-03 viga	26.8	193.75	0.970	187.93
4	P-04 viga	27.8	203.94	0.970	197.83
5	D-05 losa aligerada	26.8	205.98	0.970	199.80
6	D-06 losa aligerada	27.3	207.00	0.970	200.79

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Napolitano

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerómetro (kg/cm2)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm2)
1	P-07 columna	26.25	203.94	0.84	171.31
2	P-08 columna	27.42	205.98	0.84	173.03
3	P-09 viga	27.33	214.14	0.84	179.88
4	P-10 viga	28.33	224.34	0.84	188.44
5	D-11 losa aligerada	28.50	229.44	0.84	192.73
6	D-12 losa aligerada	28.08	226.38	0.84	190.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Wilian Rondinel

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerómetro (kg/cm2)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm2)
1	P-13 columna	27.2	203.94	0.88	178.90
2	P-14 columna	27.1	204.96	0.88	179.79
3	P-15 viga	27.8	216.18	0.88	189.63
4	P-16 viga	27.5	214.14	0.88	187.84
5	P-17 losa aligerada	32.7	220.26	0.88	193.21
6	P-18 losa aligerada	33.3	222.30	0.88	195.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19*Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda German Coronado*

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerómetro (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
1	P-19 columna	27.1	203.94	0.84	171.31
2	P-20 columna	27.2	204.96	0.84	172.17
3	P-21 viga	27.7	216.18	0.84	181.59
4	P-22 viga	27.8	217.20	0.84	182.45
5	D-23 losa aligerada	24.2	224.34	0.84	188.44
6	D-24 losa aligerada	24.5	223.32	0.84	187.59

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 20***Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Rondinel Espinoza*

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerómetro (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
1	P-25 columna	28.2	224.34	0.7948	178.30
2	P-26 columna	28.6	229.44	0.7948	182.36
3	P-27 viga	28.5	249.83	0.7948	198.57
4	P-28 viga	29.3	251.87	0.7948	200.19
5	D-29 losa aligerada	27.3	265.13	0.7948	210.72
6	D-30 losa aligerada	26.7	249.83	0.7948	198.57

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 21***Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Delfina Auqui*

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerómetro (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
1	P-31 columna	27.4	205.98	0.84	173.03
2	P-32 columna	27.3	203.94	0.84	171.31
3	P-33 viga	27.5	214.14	0.84	179.88
4	P-34 viga	27.8	215.16	0.84	180.74
5	D-35 losa aligerada	32.2	203.94	0.84	171.31
6	D-36 losa aligerada	32.8	214.14	0.84	179.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22*Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Rolando Robles*

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerómetro (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
1	P-37 columna	27.3	214.14	0.84	179.88
2	P-38 columna	27.8	219.24	0.84	184.16
3	P-39 viga	28.3	224.34	0.84	188.44
4	P-40 viga	28.1	224.34	0.84	188.44
5	D-41 losa aligerada	28.4	225.36	0.84	189.30
6	D-42 losa aligerada	28.2	224.34	0.84	188.44

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 23***Método no destructivo ensayo de esclerometría vivienda Edgar Conde*

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerómetro (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
1	P-43 columna	28.1	224.34	0.795	178.30
2	P-44 columna	28.0	224.34	0.795	178.30
3	P-45 viga	28.8	234.54	0.795	186.41
4	P-46 viga	28.7	234.54	0.795	186.41
5	D-47 losa aligerada	26.1	244.73	0.795	194.51
6	D-48 losa aligerada	26.6	254.93	0.795	202.62

Fuente: Elaboración propia

3.1.1 Del objetivo específico 3: Se comparó la variación de resultados entre los ensayos de extracción de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

Se determinó el análisis estadístico por ambos métodos de ensayo con esclerómetro y extracción de corazones diamantinos.

Tabla 24

Comparación Vivienda unifamiliar Elipio Cárdenas Laines

Comparación de datos				
N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Resistencia con martillo de rebote (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-01 columna	173.6	187.9	14.3
2	D-02 columna	177.1	199.8	22.7
3	D-03 viga	193.8	187.9	-5.9
4	D-04 viga	196.6	197.8	1.2
5	D-05 losa aligerada	197.7	199.8	2.1
6	D-06 losa aligerada	199.2	200.8	1.6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25

Comparación de ensayos vivienda unifamiliar Napolitano

Comparación de datos				
N°	Estructura	Resistencia con	Resistencia con	Variación
1	D-07 columna	170.8	171.3	0.5
2	D-08 columna	169.3	173.0	3.7
3	D-09 viga	187.2	179.9	-7.3
4	D-10 viga	188.3	188.4	0.1
5	D-11 losa aligerada	190.7	192.7	2.0
6	D-12 losa aligerada	192.1	190.2	-1.9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26

Comparación de ensayos vivienda unifamiliar Wilian Rondinel

Comparación de datos				
N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Resistencia con martillo de rebote (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-13 columna	173.5	178.9	5.4
2	D-14 columna	176.1	179.8	3.7
3	D-15 viga	187.5	189.6	2.1
4	D-16 viga	187.2	187.8	0.6
5	D-17 losa aligerada	191.4	193.2	1.8
6	D-18 losa aligerada	193.2	195.0	1.8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27*Comparación de ensayos vivienda familiar German Coronado*

Comparación de datos				
N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Resistencia con martillo de rebote (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-19 columna	170.1	171.3	1.2
2	D-20 columna	171.7	172.2	0.5
3	D-21 viga	180.7	181.6	0.9
4	D-22 viga	181.5	182.4	0.9
5	D-23 losa aligerada	186.5	188.4	1.9
6	D-24 losa aligerada	181.5	187.6	6.1

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 28***Comparación de ensayos vivienda familiar Rondinel Espinoza*

Comparación de datos				
N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Resistencia con martillo de rebote (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-25 columna	177.9	178.3	0.4
2	D-26 columna	181.2	182.4	1.2
3	D-27 viga	198.4	198.6	0.2
4	D-28 viga	199.3	200.2	0.9
5	D-29 losa aligerada	196.9	210.7	13.8
6	D-30 losa aligerada	197	198.6	1.6

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 29***Comparación de ensayos vivienda familiar Delfina Auqui*

Comparación de datos				
N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Resistencia con martillo de rebote (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-31 columna	171.1	173.0	1.9
2	D-32 columna	170.9	171.3	0.4
3	D-33 viga	177.5	179.9	2.4
4	D-34 viga	177.4	180.7	3.3
5	D-35 losa aligerada	176.2	171.3	-4.9
6	D-36 losa aligerada	177.9	179.9	2.0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30*Comparación de ensayos vivienda familiar Rolando Robles*

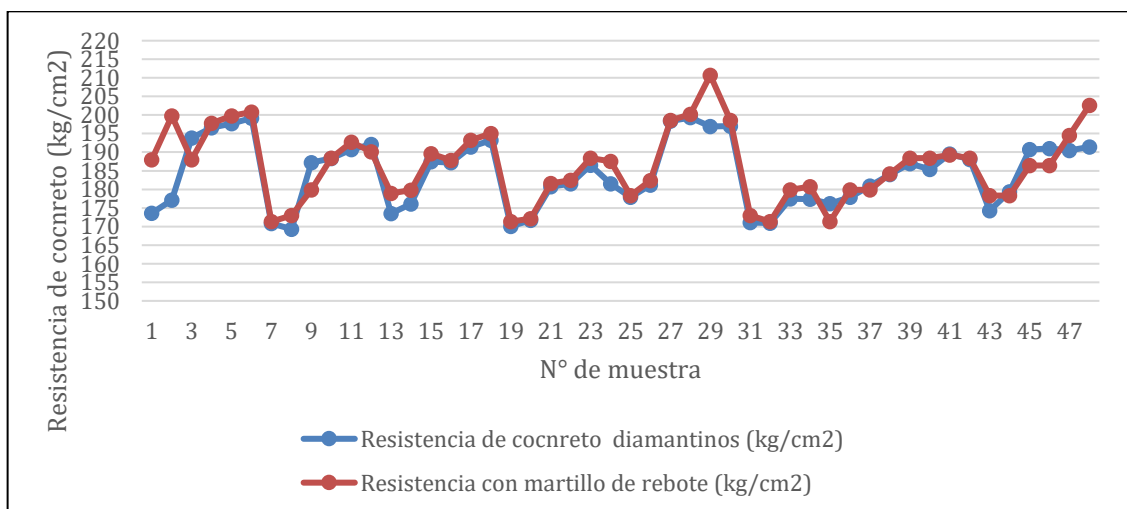
Comparación de datos				
Nº	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Resistencia con martillo de rebote (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-37 columna	180.9	179.9	-1.0
2	D-38 columna	184	184.2	0.2
3	D-39 viga	186.9	188.4	1.5
4	D-40 viga	185.4	188.4	3.0
5	D-41 losa aligerada	189.5	189.3	-0.2
6	D-42 losa aligerada	188.1	188.4	0.3

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 31***Comparación de ensayos vivienda familiar Edgar Conde*

Comparación de datos				
Nº	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Resistencia con martillo de rebote (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-43 columna	174.3	178.3	4.0
2	D-44 columna	179.4	178.3	-1.1
3	D-45 viga	190.7	186.4	-4.3
4	D-46 viga	191	186.4	-4.6
5	D-47 losa aligerada	190.5	194.5	4.0
6	D-48 losa aligerada	191.4	202.6	11.2

Fuente: Elaboración Propia

Se observa el siguiente gráfico de comparación de ambos ensayos.

Gráfico 1*Comparación de ensayos de resistencia ensayo diamantino y esclerometría**Fuente: Elaboración Propia*

Según el gráfico 01 , se observa que la resistencia del concreto obtenida mediante el ensayo esclerométrico presenta una variación con respecto a la resistencia determinada por el método de extracción de núcleos diamantinos. Esta diferencia evidencia que, aunque existe una alta correlación entre ambos métodos, la esclerometría puede arrojar resultados ligeramente distintos debido a factores como la textura superficial del concreto, tipo de curado , dosificación , temperatura y otros.

3.1.2 Correlación de resistencia de compresión de diamantina con numero de rebotes del martillo.

Se realiza la correlación en función a la resistencia a la compresión obtenida de la extracción de núcleos diamantinos con el número de rebotes del ensayo esclerómetro.

Tabla 32

Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Elipio C.

N°	Estructura	Resistencia con corazonces diamantinos (kg/cm2)	Numero de rebote /golpes
1	D-01 columna	173.6	26.4
2	D-02 columna	177.1	27.0
3	D-03 viga	193.8	26.8
4	D-04 viga	196.6	27.8
5	D-05 losa aligerada	197.7	26.8
6	D-06 losa aligerada	199.2	27.3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33

Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Napolitano

N°	Estructura	Resistencia con corazonces diamantinos (kg/cm2)	Numero de rebote /golpes
1	D-07 columna	170.8	26.25
2	D-08 columna	169.3	27.42
3	D-09 viga	187.2	27.33
4	D-10 viga	188.3	28.33
5	D-11 losa aligerada	190.7	28.50
6	D-12 losa aligerada	192.1	28.08

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34*Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Wilian Rondinel*

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm2)	Numero de rebote /golpes
1	D-13 columna	173.5	27.2
2	D-14 columna	176.1	27.1
3	D-15 viga	187.5	27.8
4	D-16 viga	187.2	27.5
5	D-17 losa aligerada	191.4	32.7
6	D-18 losa aligerada	193.2	33.3

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 35***Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes German Coronado*

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm2)	Numero de rebote /golpes
1	D-19 columna	170.1	27.1
2	D-20 columna	171.7	27.2
3	D-21 viga	180.7	27.7
4	D-22 viga	181.5	27.8
5	D-23losa aligerada	186.5	24.2
6	D-24losa aligerada	181.5	24.5

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 36***Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Rondinel Espinoza*

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm2)	Numero de rebote /golpes
1	D-25 columna VFRE	177.9	28.2
2	D-26 columna VFRE	181.2	28.6
3	D-27 viga VFRE	198.4	28.5
4	D-28 viga VFRE	199.3	29.3
5	D-29 losa aligerada VFRE	196.9	27.3
6	D-30 losa aligerada VFRE	197	26.7

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37*Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Delfina Auqui*

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm²)	Numero de rebote /golpes
1	D-31 columna VFDA	171.1	27.4
2	D-32 columna VFDA	170.9	27.3
3	D-33 viga VFDA	177.5	27.5
4	D-34 viga VFDA	177.4	27.8
5	D-35 losa aligerada VFDA	176.2	32.2
6	D-36 losa aligerada VFDA	177.9	32.8

Fuente: *Elaboración Propia***Tabla 38***Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Rolando Robles*

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm²)	Numero de rebote /golpes
1	D-37 columna VFRR	180.9	27.3
2	D-38 columna VFRR	184	27.8
3	D-39 viga VFRR	186.9	28.3
4	D-40 viga VFRR	185.4	28.1
5	D-41 losa aligerada VFRR	189.5	28.4
6	D-42 losa aligerada VFRR	188.1	28.2

Fuente: *Elaboración Propia***Tabla 39***Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda Edgar Conde*

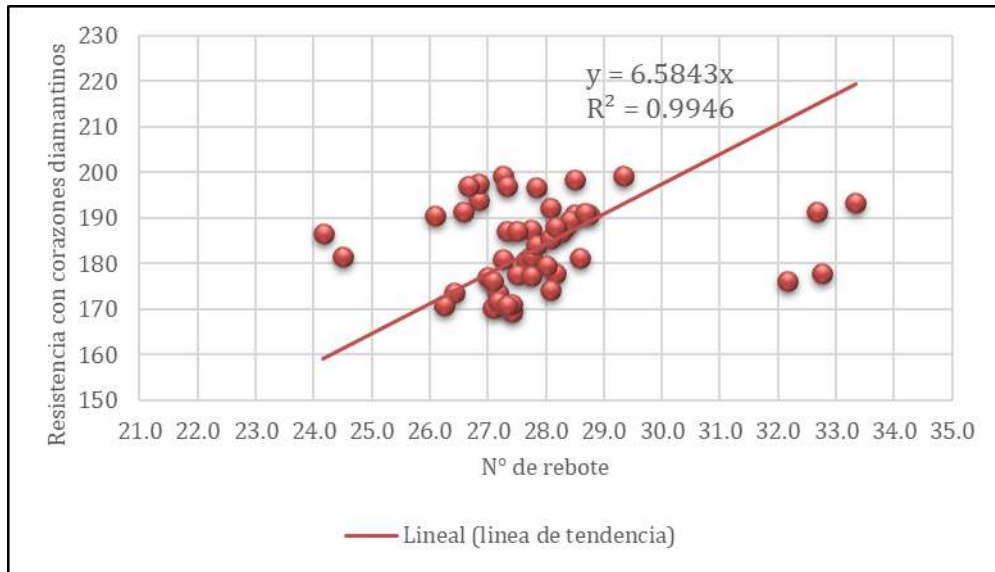
N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm²)	Numero de rebote /golpes
1	D-43 columna VFEC	174.3	28.1
2	D-44 columna VFEC	179.4	28.0
3	D-45 viga VFEC	190.7	28.8
4	D-46 viga VFEC	191	28.7
5	D-47 losa aligerada VFEC	190.5	26.1
6	D-48 losa aligerada VFEC	191.4	26.6

Fuente: *Elaboración Propia*

En función a la tabla 32 al 39 , se realiza el grafico de correlación lineal entre la resistencia de compresión por extracción de núcleos diamantinos (f^c) y el número de rebotes del ensayo de esclerometría.

Gráfico 2

Correlación lineal de los ensayos de resistencia a compresión de núcleos



Fuente: *Elaboración Propia*

El comportamiento de la correlación corresponde a una tendencia lineal exhibe un coeficiente de determinación considerable ($R^2=0.9946$), indicando una buena correlación entre ambas variables.

La ecuación que describe esta relación es:

$$f'c = 6.5843x \text{ ----- ecuación (02)}$$

Donde:

X: es el número de rebotes

f'c: Es la resistencia de concreto

Se procede a calcular con la ecuación lineal la resistencia de la correlación lineal (método cuantitativo). para poder realizar la comparación de variación entre la resistencia de extracción diamantina y la resistencia de la correlación.

Tabla 40

Comparación de la resistencia del concreto núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Elipio C.

Nº	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Nº rebote	Correlación lineal (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-01 columna	173.6	26.4	173.9	0.3
2	D-02 columna	177.1	27.0	177.8	0.7
3	D-03 viga	193.8	26.8	176.7	-17.1
4	D-04 viga	196.6	27.8	183.3	-13.3
5	D-05 losa aligerada	197.7	26.8	176.7	-21.0
6	D-06 losa aligerada	199.2	27.3	179.4	-19.8

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 41*Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Napolitano*

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	N° rebote	Correlación lineal (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-07 columna	170.8	26.25	172.8	2.0
2	D-08 columna	169.3	27.42	180.5	11.2
3	D-09 viga	187.2	27.33	180.0	-7.2
4	D-10 viga	188.3	28.33	186.6	-1.7
5	D-11 losa aligerada	190.7	28.50	187.7	-3.0
6	D-12 losa aligerada	192.1	28.08	184.9	-7.2

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 42***Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Wilian Rondinel*

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	N° rebote	Correlación lineal (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-13 columna	173.5	27.2	178.9	5.4
2	D-14 columna	176.1	27.1	178.3	2.2
3	D-15 viga	187.5	27.8	182.7	-4.8
4	D-16 viga	187.2	27.5	181.1	-6.1
5	D-17 losa aligerada	191.4	32.7	215.1	23.7
6	D-18 losa aligerada	193.2	33.3	219.5	26.3

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 43***Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Geman Coronado*

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	N° rebote	Correlación lineal (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
1	D-19 columna	170.1	27.1	178.3	8.2
2	D-20 columna	171.7	27.2	178.9	7.2
3	D-21 viga	180.7	27.7	182.2	1.5
4	D-22 viga	181.5	27.8	182.7	1.2
5	D-23 losa aligerada	186.5	24.2	159.1	-27.4
6	D-24 losa aligerada	181.5	24.5	161.3	-20.2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44

Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Rondinel Espinoza

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm2)	N° rebote	Correlación lineal (kg/cm2)	Variación (kg/cm2)
1	D-25 columna	177.9	28.2	185.5	7.6
2	D-26 columna	181.2	28.6	188.2	7.0
3	D-27 viga	198.4	28.5	187.7	-10.7
4	D-28 viga	199.3	29.3	193.1	-6.2
5	D-29 losa aligerada	196.9	27.3	180.0	-16.9
6	D-30 losa aligerada	197	26.7	175.6	-21.4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45

Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Delfina Auqui

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm2)	N° rebote	Correlación lineal (kg/cm2)	Variación (kg/cm2)
1	D-31 columna	171.1	27.4	180.5	9.4
2	D-32 columna	170.9	27.3	180.0	9.1
3	D-33 viga	177.5	27.5	181.1	3.6
4	D-34 viga	177.4	27.8	182.7	5.3
5	D-35 losa aligerada	176.2	32.2	211.8	35.6
6	D-36 losa aligerada	177.9	32.8	215.6	37.7

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46

Comparación de la resistencia del núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda Rolando Robles

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm2)	N° rebote	Correlación lineal (kg/cm2)	Variación (kg/cm2)
1	D-37 columna	180.9	27.3	179.4	-1.5
2	D-38 columna	184	27.8	183.3	-0.7
3	D-39 viga	186.9	28.3	186.0	-0.9
4	D-40 viga	185.4	28.1	184.9	-0.5
5	D-41 losa aligerada	189.5	28.4	187.1	-2.4
6	D-42 losa aligerada	188.1	28.2	185.5	-2.6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47

Comparación de la resistencia del concreto núcleo diamantinos vs. Correlación lineal -vivienda familiar Edgar Conde

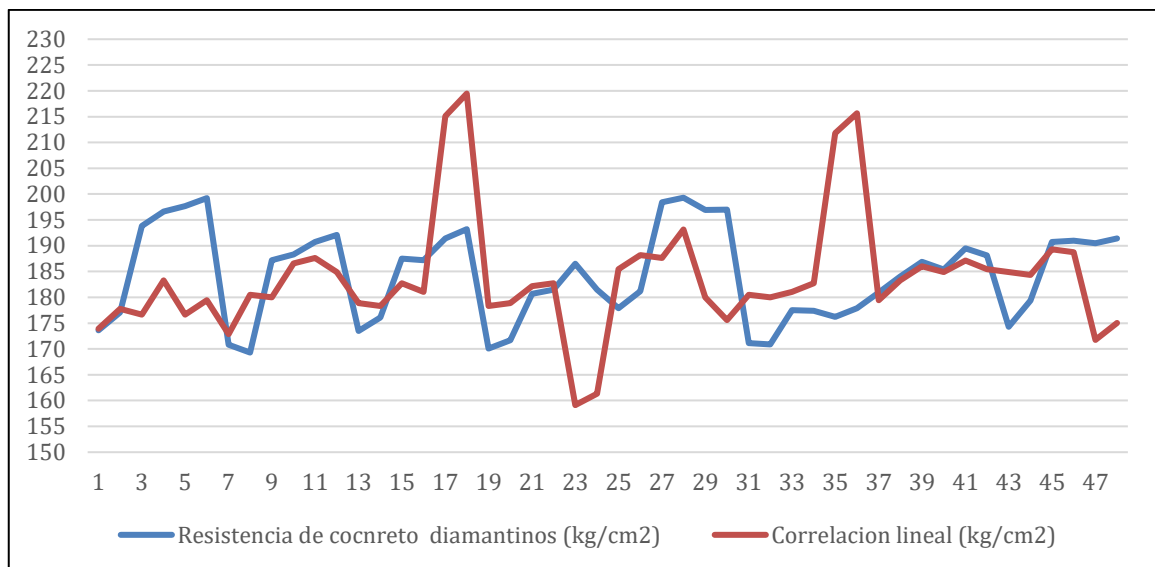
N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm2)	N° rebote	Correlación lineal (kg/cm2)	Variación (kg/cm2)
1	D-43 columna	174.3	28.1	184.9	10.6
2	D-44 columna	179.4	28.0	184.4	5.0
3	D-45 viga	190.7	28.8	189.3	-1.4
4	D-46 viga	191	28.7	188.7	-2.3
5	D-47 losa aligerada	190.5	26.1	171.7	-18.8
6	D-48 losa aligerada	191.4	26.6	175.0	-16.4

Fuente: Elaboración Propia

Se observa el grafico de diferencia significativa en la variación de resistencia de concreto con diferentes ensayos.

Gráfico 3

Comparación entre ensayo de laboratorio y correlación



Fuente: Elaboración Propia

Según el gráfico, se observa que existe una relación matemática entre la resistencia del concreto obtenida mediante el número de rebotes del esclerómetro y la resistencia determinada por el método de núcleos diamantinos. Esta relación fue analizada mediante regresión lineal, obteniéndose un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9946$, lo cual indica una correlación muy alta y positiva entre ambos métodos. Sin embargo, se evidencian pequeñas variaciones puntuales entre los valores, atribuibles a factores como la rugosidad superficial, la heterogeneidad del concreto y las condiciones de curado.

Se tiene en la siguiente tabla las variaciones de correlación de resistencia, resistencia con martillo de rebote y núcleos diamantinos.

Tabla 48

Rango de variación entre los resultados de ensayos y la correlación

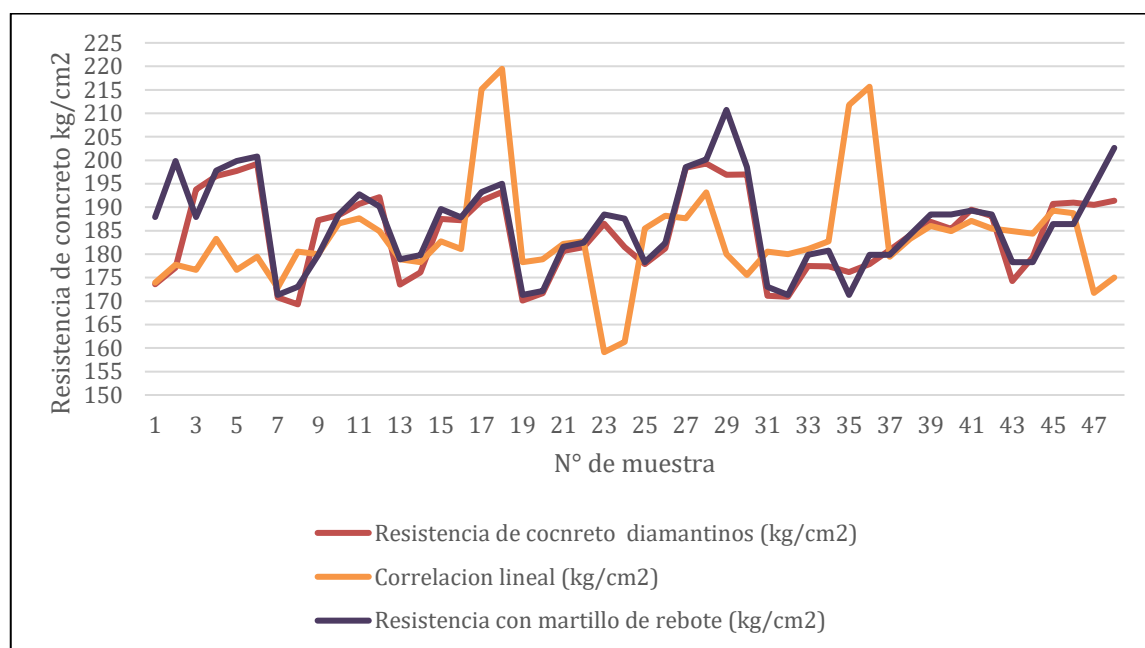
N°	Resistencia con corazon diamantinos	Resistencia con martillo de rebote	Correlación de resistencia de concreto en rebote	Variación correlación - resistencia corazón diamantino	Variación (kg/cm2) resistencia martillo con resistencia diamantino
1	173.6	187.9	173.9	0.3	14.3
2	177.1	199.8	177.8	0.7	22.7
3	193.8	187.9	176.7	-17.1	-5.9
4	196.6	197.8	183.3	-13.3	1.2
5	197.7	199.8	176.7	-21.0	2.1
6	199.2	200.8	179.4	-19.8	1.6
7	170.8	171.3	172.8	2.0	0.5
8	169.3	173.0	180.5	11.2	3.7
9	187.2	179.9	180.0	-7.2	-7.3
10	188.3	188.4	186.6	-1.7	0.1
11	190.7	192.7	187.7	-3.0	2.0
12	192.1	190.2	184.9	-7.2	-1.9
13	173.5	178.9	178.9	5.4	5.4
14	176.1	179.8	178.3	2.2	3.7
15	187.5	189.6	182.7	-4.8	2.1
16	187.2	187.8	181.1	-6.1	0.6
17	191.4	193.2	215.1	23.7	1.8
18	193.2	195.0	219.5	26.3	1.8
19	170.1	171.3	178.3	8.2	1.2
20	171.7	172.2	178.9	7.2	0.5
21	180.7	181.6	182.2	1.5	0.9
22	181.5	182.4	182.7	1.2	0.9
23	186.5	188.4	159.1	-27.4	1.9
24	181.5	187.6	161.3	-20.2	6.1
25	177.9	178.3	185.5	7.6	0.4
26	181.2	182.4	188.2	7.0	1.2
27	198.4	198.6	187.7	-10.7	0.2
28	199.3	200.2	193.1	-6.2	0.9
29	196.9	210.7	180.0	-16.9	13.8
30	197	198.6	175.6	-21.4	1.6
31	171.1	173.0	180.5	9.4	1.9
32	170.9	171.3	180.0	9.1	0.4
33	177.5	179.9	181.1	3.6	2.4
34	177.4	180.7	182.7	5.3	3.3
35	176.2	171.3	211.8	35.6	-4.9
36	177.9	179.9	215.6	37.7	2.0
37	180.9	179.9	179.4	-1.5	-1.0
38	184	184.2	183.3	-0.7	0.2
39	186.9	188.4	186.0	-0.9	1.5

40	185.4	188.4	184.9	-0.5	3.0
41	189.5	189.3	187.1	-2.4	-0.2
42	188.1	188.4	185.5	-2.6	0.3
43	174.3	178.3	184.9	10.6	4.0
44	179.4	178.3	184.4	5.0	-1.1
45	190.7	186.4	189.3	-1.4	-4.3
46	191	186.4	188.7	-2.3	-4.6
47	190.5	194.5	171.7	-18.8	4.0
48	191.4	202.6	175.0	-16.4	11.2

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 4

Comparación entre ensayos de laboratorio y la correlación



Fuente: Elaboración Propia

La variación porcentual de la resistencia a compresión obtenida mediante los ensayos de diamantina y esclerometría con respecto a la resistencia de diseño permite evaluar la calidad y uniformidad del concreto en las viviendas unifamiliares.

Tabla 49

Resistencia a la compresión promedio

Ensayos	Resistencia compresión promedio (kg/cm ²)
Resistencia con corazones diamantinos	184.4
Resistencia con martillo de rebote	186.4
Correlación de resistencia de concreto en rebote	183.8

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente teniendo los datos de los rangos de variación entre los valores de resistencia a compresión reales y los calculados a través de la correlación mediante fórmulas matemáticas se elaboró el siguiente cuadro teniendo en cuenta las estructuras columna, viga, losa aligerada de las 48 muestras representativas.

Tabla 50

Variación promedio absoluto de los ensayos y la correlación

<i>Variación</i>	<i>Columna (kg/cm²)</i>	<i>Viga (kg/cm²)</i>	<i>Losa aligerada (kg/cm²)</i>	<i>Variación promedio absoluto (kg/cm²)</i>
Variación resistencia martillo de rebote -resistencia corazones diamantinos	3.63	-0.3	2.7	±1.54
Variación de resistencia de correlación número de rebotes con resistencia diamantino	5.23	-3.8	-3.4	±3.92

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 *Discusiones*

Con respecto a la investigación de Chinchayhuara (2021) en su investigación para optar el título profesional de ingeniero civil “ estudio de correlación para la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm²), mediante ensayo destructivos y no destructivos , puno ,2021” , en su estudio evalúa la resistencia a compresión del concreto mediante ensayos destructivos y no destructivos, comparando los resultados de compresión en probetas y núcleos diamantinos con los valores estimados por esclerometría. Se analizaron muestras con curado por inmersión y a la intemperie, evaluadas a los 14 y 28 días. Para probetas con curado por inmersión, la resistencia a compresión fue de $f'c=195$ kg/cm² y $f'c=232$ kg/cm², mientras que por esclerometría se obtuvo $f'c=194$ kg/cm² y $f'c=230$ kg/cm². En probetas sin curado, la resistencia a compresión fue de $f'c=174$ kg/cm² y $f'c=211$ kg/cm², con valores por esclerometría de $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=212$ kg/cm². Las diferencias promedio entre ambos métodos oscilan entre ± 3.10 y ± 4.21 , con variaciones de 0.44 a 8.26, lo que indica una correlación aceptable debido a la baja variabilidad entre los resultados.

Vizcarra (2021), en su estudio evaluó la resistencia a compresión del concreto en columnas de viviendas del centro poblado de San Antonio mediante el método del índice de rebote, confirmando su aplicabilidad con un 95 % de confiabilidad. Sin embargo, los resultados mostraron que el promedio de resistencia fue de 117.56 kg/cm², muy por debajo del mínimo requerido de 175 kg/cm² según la norma E-070. Solo el 2.3 % de las viviendas cumplen con la resistencia normativa, mientras que el 97.3 % presentan deficiencias estructurales, lo que supone un alto riesgo ante sismos. Las bajas resistencias se atribuyen a una incorrecta dosificación, mal vibrado, deficiente curado o el uso de materiales inadecuados, evidenciando la necesidad de mejorar los controles en la construcción.

Zambrano (2017), en su investigación para optar el título profesional de ingeniería civil “Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría para la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil -Cajamarca” en esta investigación, se obtuvo una resistencia a compresión de $f'c=327$ kg/cm², lo que representa un 58.96 % por encima del valor de diseño. Sin embargo, el $f'c$ obtenido por correlación fue de 236 kg/cm², con un incremento inferior al 18 % respecto a la resistencia de diseño. Por otro lado, los ensayos de núcleos diamantinos arrojaron un $f'c=274$ kg/cm², superando en un 31 % el valor de diseño, mientras que en esta investigación se obtuvo un $f'c=224$ kg/cm², lo que equivale a un aumento del 6 %. La variación observada en los resultados de esclerometría podría atribuirse al tipo de estructura analizada y a la edad del concreto, ya que el estudio se realizó en un pavimento rígido con más de un año de maduración.

Vélez (2019) en su estudio “Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría”, menciona la confiabilidad de los ensayos de esclerometría han demostrado que estos presentan un rango de precisión que varía entre el 82.6 % ($f'c = 245.7 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con un $f'c = 276.8 \text{ kg/cm}^2$ obtenido mediante ensayo a compresión normal) y el 97.37 % ($f'c = 251.7 \text{ kg/cm}^2$ frente a un $f'c = 244.5 \text{ kg/cm}^2$ por compresión normal). En esta investigación, se determinó que la variabilidad de los resultados obtenidos por correlación se encuentra dentro de un margen de ± 8 , lo que indica que la correlación entre el ensayo a compresión simple y la esclerometría es más precisa que la comparación mediante gráficas del equipo. Asimismo, se identificó una correlación de 0.891 entre el índice de esclerometría y la resistencia del concreto, lo que respalda la aplicabilidad del método esclerométrico como alternativa complementaria a los ensayos tradicionales de compresión.

CONCLUSIONES

1. La estimación de la resistencia a la compresión , realizados a través de la extracción de núcleos diamantinos sobre un total de 48 muestras evidenció un valor promedio de 184.40 kg/cm², superando a 175 kg/cm²; este promedio representa un incremento del 5.37 % respecto al valor de diseño siendo el máximo valor 199.3 kg/cm² y el valor mínimo 169.3 kg/cm²,por lo tanto, se concluye cumplen con la resistencia mínima exigida por la normativa técnica vigente.
2. Se determino el cálculo de la dureza estructural del concreto en un total de 48 muestras registrando un promedio de índice de rebote de 27.9 con un valor promedio alcanzado de 220.07 kg/cm², superando ampliamente el valor de diseño de 175 kg/cm², lo que representa un incremento del 25.75 % y un cumplimiento del 125.75 % respecto al valor estipulado.
3. Se validó y comparó la precisión de los métodos destructivo (extracción de núcleos diamantinos) y no destructivo (esclerometría), aplicados a 48 muestras de losas aligeradas, columnas y vigas de concreto. La variación observada fue de ± 3.63 en columnas, ± 0.3 en vigas y ± 2.7 en losas aligeradas. La comparación entre ambos métodos evidenció una alta correlación lineal ($R^2 = 0.9946$), lo que indica una fuerte concordancia en los resultados obtenidos. Por lo tanto, la utilización de cualquiera de estos métodos puede ser válida para estimar la resistencia del concreto, aunque se deben considerar sus respectivas precisiones y limitaciones. En consecuencia, para lograr una mayor resistencia del concreto, es fundamental asegurar una adecuada dosificación de la mezcla, una correcta compactación mediante vibrado y un curado apropiado utilizando mantas de yute.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio con mayor cantidad de ensayos para obtener resultados más representativos ya que para esta investigación solo se consideró el mínimo necesario acorde a la normativa técnica.
- Implementar controles rigurosos durante la construcción, como la correcta dosificación, mezcla y compactación del concreto, especialmente en las aligeradas, para reducir la variabilidad de resistencia y garantizar la uniformidad de la estructura.
- Realizar inspecciones regulares en viviendas con más de 10 años de antigüedad, utilizando esclerometría como método preliminar para identificar posibles deterioros.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Abanto, F. (2009). Tecnología del concreto. Lima, Perú.
- Borja, Manuel (2021). Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque, Perú. *Revista Científica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, <https://doi.org/10.53673/th.v1i10.59>
- Cano Salinas, L., Rodríguez Laguna, R., Valdez Lazalde, J. R., Acevedo Sandoval, O. A., & Beltrán Hernández, R. I. (2017). Detección del crecimiento urbano en el estado de Hidalgo mediante imágenes Landsat. *Investigaciones Geográficas*, 2017(92), 1–10. <https://doi.org/10.14350/rig.50249>
- Carreño, carolina, H, W., & P, A. (2018). Relación entre los procesos de urbanización, el comercio internacional y su incidencia en la sostenibilidad urbana*. *cuadernos de vivienda y urbanismo*. ISSN 2027-2103. Vol.11, No. 22, Julio-diciembre 2018, 11(22).
- Cruz R., Quintero L., Galán C., Espinosa E. (2014) Evaluación de ensayos no destructivos para identificar deterioro en puentes de concreto. En revista Colombiana de Materiales, pp. 55- 60. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5191730>.
- Chinchayhuara, Maosetum (20219. Estudio de correlación para la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², mediante ensayos destructivos y no destructivos, Puno, 2021.
- Espinoza, A., & Fort, R. (2017). Desarrollo urbano sin planificación territorial: La calidad de la inversión pública en los barrios vulnerables de Lima. documento de investigación en prensa, 1–167.
- Flores, G., & Said, A. (2019). liberalizadora y la planificación urbana en Perú (1995- 2019) Resumen Urban expansion as a center of tension between liberalizing regulations and urban planning in A expansão urbana como centro de tensão entre a regulação liberadora e o planejamento urba. *Revista Ciudades, Estados y Política*. 2018, 5(3), 37–55.
- Galindo Reascos, K. A. (2022). Análisis comparativo y correlación de los ensayos: esclerómetro, ultrasonido y extracción de núcleos, para determinar la resistencia a compresión y módulo de elasticidad del hormigón endurecido.

- Gómez C., José G. (1987). Artículo Científico “Determinación del índice esclerométrico en hormigones: factores que lo afectan”. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Gutiérrez, J. (2015). Imaginarios sociales sobre la inseguridad ciudadana en el distrito de Ayacucho (Universidad nacional de San Cristóbal de Huamanga).
<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1bd954f9-d8d2-4e47-b042-6ab08640c139/content>
- Hernández, J., Orozco, A., Almanza, D., & Ramírez, J. (2017). Correlation between compressive strength" of concrete cylinders and rebounding with digital sclerometer. Colombia: Universidad de Sucre.
- Norma E.060 de Concreto armado. (2020). Reglamento Nacional de Edificaciones, Decreto Supremo N°015-2004-Vivienda.
- Norma técnica peruana 400.037. (2014). Agregado: especificaciones normalizadas para agregados en concreto.
- Muñoz, Alejandro (2016). Seminario I, Actualización de la Norma Técnica Peruana E.030.
https://educast.pucp.edu.pe/video/6463/seminario_actualizacion_de_la_norma_tecnica_peruana_e030?fbclid=IwAR33ivOteE10rDI4pgy9dYC4SNKKGQRvXM11SqXXhASYQtKboU8Pt3fBm8HI#.V3IAH-PLOLE.facebook
- Norma técnica peruana 339.191(2013), Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerómetro). <https://es.scribd.com/document/386567213/NTP-339-181-Esclerometria-2013>
- Oliveira, t. M., Farage, m. C. R., Goliatt, l., & Bittencourt, t. C. (2018), Analysis and validation of correlation curves between sclerometry and compression tests for the evaluation of compressive strength of concretes. <https://doi.org/10.1590/S1983-41952018000400008>
- ONU. (2018). Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo. <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>
- Proceq. (2017). *Catálogo técnico de esclerómetros*. Zurich, Suiza: Proceq SA.
https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/4051/Nuevo-folleto-esclerometros-1.pdf

- Saif, IssamA. (2019). Análisis comparativo entre ensayos destructivos y no destructivos de la resistencia del hormigón con diferentes métodos de dosificación, Universidad: Pontificia universidad católica del Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/bitstreams/2bbab8cc-8313-4f01-b2ca-bbe9442acd72/download>
- SanJuan, C. (2013). Resistencia del hormigón mediante esclerómetro o índice de rebote. Resistencia del hormigón mediante esclerómetro o índice de rebote (1)
- Soto-Cortés, J. (2015). El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. Paradigma Económico, 7(1), 1–23.
https://www.academia.edu/43568961/127_El_crecimiento_urbano_de_las_ciudades_enfoques_desarrollista_autoritario_neoliberal_y_sustentable
- Sub-Gerencia de planeamiento urbano y catastro. (2018). Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Ayacucho 2008 - 2018. Fortalecimiento de capacidades de la subgerencia de planeamiento urbano y catastro, 1–179.
https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/plan_desarrollo_urbano%20ciudad%20Ayacucho.pdf
- Teodoro E. Harmsen. (2002), Diseño de estructura de concreto armado, tercera edición, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Torre Carrillo, A. (2002). Ensayos destructivos en concreto endurecido (extracción de Testigos Diamantinas). Recuperado el junio de 2018, de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/97748494/ESTRACCION-DE-DIAMANTINAS-UNI-FIC>
- Vélez, Gustavo (2019), Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría. <http://hdl.handle.net/10757/626340>
- Zambrano, Katherine (2017). Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría de la pavimentación de los jirones Japon, Portugal y Brasil-Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1003>

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO

Figura 34

Ensayo con esclerómetro en viga



Figura 35

Ensayo esclerómetro en losa aligerada



Figura 36

Ensayo con esclerómetro en columna



Figura 37

Extracción de núcleo diamantino en columna



Figura 38

Extracción de núcleo diamantino en losa aligerada

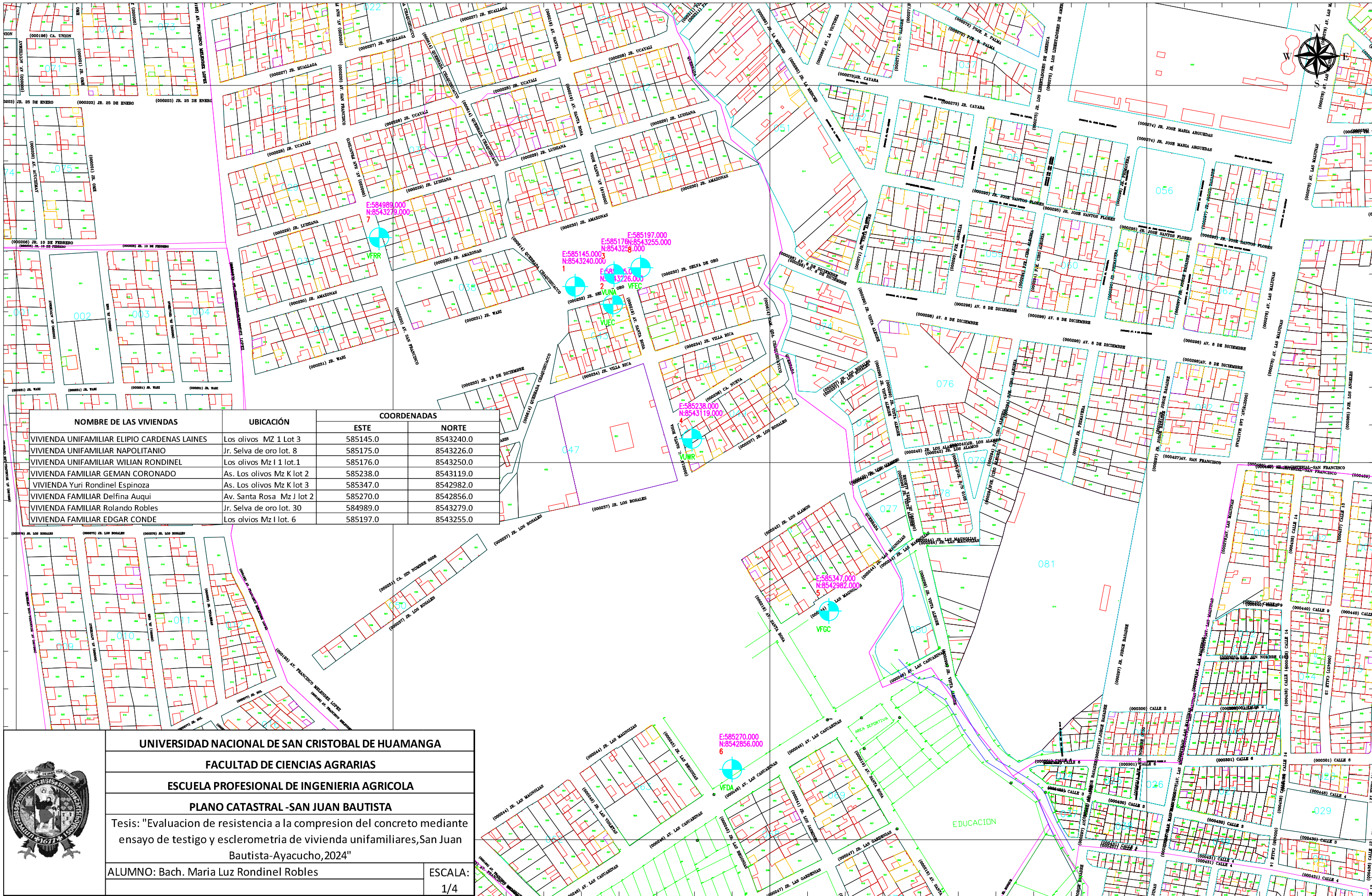


Figura 39

Extracción de núcleo diamantino en columna D-8



PLANO DE UBICACIÓN VIVIENDAS



NOMBRE DE LAS VIVIENDAS	UBICACIÓN	COORDENADAS	
		ESTE	NORTE
VIVIENDA UNIFAMILIAR ELIPIO CARDENAS LAINES	Los olivos MZ 1 Lot 3	585145.0	8543240.0
VIVIENDA UNIFAMILIAR NAPOLITANIO	Jr. Selva de oro lot. 8	585175.0	8543226.0
VIVIENDA UNIFAMILIAR WILIAN RONDINEL	Los olivos Mz I 1 lot.1	585176.0	8543250.0
VIVIENDA FAMILIAR GEMAN CORONADO	As. Los olivos Mz K lot 2	585238.0	8543119.0
VIVIENDA Yuri Rondinel Espinoza	As. Los olivos Mz K lot 3	585347.0	8542982.0
VIVIENDA FAMILIAR Delfina Auqui	Av. Santa Rosa Mz J lot 2	585270.0	8542856.0
VIVIENDA FAMILIAR Rolando Robles	Jr. Selva de oro lot. 30	584989.0	8543279.0
VIVIENDA FAMILIAR EDGAR CONDE	Los olivos Mz I lot. 6	585197.0	8543255.0



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

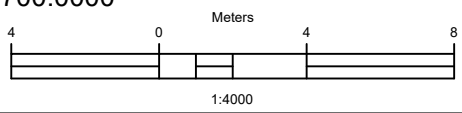
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

PLANO CATASTRAL - SAN JUAN BAUTISTA

Tesis: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigo y esclerometria de vivienda unifamiliares, San Juan Bautista-Ayacucho, 2024"

ALUMNO: Bach. Maria Luz Rondinel Robles

ESCALA: 1/4



**RESULTADO DE LABORATORIO
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA
COMPRESION SIMPLE DE CORAZONES
DIAMANTINOS DE CONCRETO**

INFORME N° 069 - 2025 - LABINGEOMAX

SEÑOR : BACH. MARIA LUZ RONDINEL ROBLES

DEL : ING. MAXWIL ANTHONY MOROTE ARIAS
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
MEDIANTE ENSAYO DE TESTIGOS Y ESCLEROMETRÍA DE VIVIENDAS
UNIFAMILIARES, SAN JUAN BAUTISTA – AYACUCHO, 2024"

ASUNTO : INFORME SOBRE ENSAYOS DE DIAMANTINA EN CONCRETO.

FECHA : 28 de febrero de 2025

Es grato dirigirme a Ud., con la finalidad de saludarlos y a la vez informarles sobre los resultados de los ensayos de obtención y ensayos de corazones diamantinos de concreto hidráulico realizados a las estructuras solicitadas de la obra en mención, de lo cual se menciona:

1. GENERALIDADES**Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos (NTP 339.059-2017)**

Los corazones cilíndricos de concreto, que se extraen haciendo una perforación en la masa de concreto con una broca cilíndrica de pared delgada.

Las muestras de concreto endurecido usadas para las pruebas de resistencia, deben tomarse hasta el momento en que el concreto alcance la edad especificada. En general, el concreto debe tener un mínimo de 14 días de edad para que puedan extraerse los especímenes, los cuales deben obtenerse de zonas de concreto no dañadas.

Cuando estén preparados los especímenes de prueba, para determinar la resistencia del concreto endurecido, las muestras que presenten defectos o las muestras que hayan sido alteradas o dañadas en el proceso de extracción no deben ser empleados. De

preferencia, los testigos deben tener una relación altura/diámetro de 2 pudiéndose aceptar, como mínimo, una relación de 1, aplicando lo indicado en la Tabla 1, que se indica a continuación:

Tabla 1. Factor de corrección según relación L/D

Relación L/D	Factor de corrección
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,93
1,00	0,87

Fuente: NTP 339.059-2017

La extracción de corazones diamantinos de concreto constituye una herramienta eficaz para la determinación de la resistencia "real" del concreto que está siendo analizado, esta resistencia es distinta a la resistencia "potencial" del concreto, ya que la segunda corresponde a las condiciones normalizadas de confección, curado y rotura de probetas cilíndricas de 15cm. x 30cm., mientras que la primera presenta condiciones de curado y colocación distintas.

2. OBJETIVO

La presente tiene la finalidad de evaluar el estado situacional del concreto existente en las estructuras ensayadas como columnas, vigas y losas aligeradas de diferentes viviendas familiares del proyecto: "EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE ENSAYO DE TESTIGOS Y ESCLEROMETRÍA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, SAN JUAN BAUTISTA - AYACUCHO, 2024", para cual se realizó la extracción de corazones diamantinos de concreto, para luego ser transportados a laboratorio para su respectivo tallado, refrendado y rotura a compresión simple.



INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP. 132457
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

3. TRABAJOS EN CAMPO Y LABORATORIO

3.1. EXTRACCION DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO

El Método para la obtención de corazones diamantinos para las estructuras solicitadas se realizaron bajo los parámetros de la Norma Técnica Peruana NTP 339.059, las muestras extraídas fueron las siguientes:

Cuadro 1: Ubicación de puntos de extracción de corazones diamantinos.

Nº	DESCRIPCION DE LAS VIVIENDAS	CODIGO DE LAS VIVIENDAS	UBICACIÓN
1	VIVIENDA UNIFAMILIAR ELIPIO CARDENAS LAINES	VUEC	ASOC. Los olivos MZ 1 Lot 3
2	VIVIENDA UNIFAMILIAR NAPOLITANIO	VUNA	Jr. Selva de oro lot. 8
3	VIVIENDA UNIFAMILIAR WILIAN RONDINEL	VUWR	Asoc. Los olivos Mz I I lot.1
4	VIVIENDA FAMILIAR GEMAN CORONADO	VFGC	Asoc. Los olivos Mz K lot 2
5	VIVIENDA FAMILIAR Rondinel Espinoza	VFRE	Asoc. Los olivos Mz K lot 3
6	VIVIENDA FAMILIAR Delfina Auqui	VFDA	Av. Santa Rosa Mz J lot 2
7	VIVIENDA FAMILIAR Rolando Robles	VFRR	Jr. Selva de oro lot. 30
8	VIVIENDA FAMILIAR EDGAR CONDE	VFEC	Asoc. Los olivos Mz I lot. 6

Fuente: Elaboración propia

3.1.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO

El Método de ensayo de corazones diamantinos se realizó bajo los parámetros de la Norma Técnica Peruana NTP 339.059, las muestras ensayadas fueron de **columnas, vigas y losas aligeradas** en diferentes viviendas del distrito de San Juan Bautista, cuyos resultados se presentan a continuación:

Cuadro 2: Resumen de resultados de ensayo a compresión simple.

Nº Corazón diamantino	Estructura	Area (cm ²)	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de Rotura (kn)	Fuerza de Rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión corregida (kg/cm ²)
001	D-01 COLUMNA VUEC	19,95	2,0	1,00	33,96	3 462,97	173,60	173,60
002	D-02 COLUMNA VUEC	19,92	2,0	1,00	34,61	3 529,25	177,10	177,10
003	D-03 VIGA VUEC	20,17	2,0	1,00	38,33	3 908,59	193,80	193,80
004	D-04 VIGA VUEC	19,91	2,0	1,00	38,38	3 913,69	196,60	196,60
005	D-05 LOSA ALIGERADA VUEC	19,93	2,0	1,00	38,64	3 940,20	197,70	197,70
006	D-06 LOSA ALIGERADA VUEC	19,90	2,0	1,00	38,86	3 962,63	199,20	199,20
007	D-07 COLUMNA VUNA	19,87	2,0	1,00	33,28	3 393,63	170,80	170,80
008	D-08 COLUMNA VUNA	20,14	2,0	1,00	33,43	3 408,92	169,30	169,30
009	D-09 VIGA VUNA	19,89	2,0	1,00	36,51	3 723,00	187,20	187,20
010	D-10 VIGA VUNA	19,98	2,0	1,00	36,89	3 761,75	188,30	188,30
011	D-11 LOSA ALIGERADA VUNA	20,03	2,0	1,00	37,46	3 819,87	190,70	190,70
012	D-12 LOSA ALIGERADA VUNA	19,90	2,0	1,00	37,48	3 821,91	192,10	192,10
013	D-13 COLUMNA VUWR	20,17	2,0	1,00	34,33	3 500,70	173,50	173,50
014	D-14 COLUMNA VUWR	19,91	2,0	1,00	34,38	3 505,80	176,10	176,10
015	D-15 VIGA VUWR	19,93	2,0	1,00	36,64	3 736,25	187,50	187,50
016	D-16 VIGA VUWR	19,90	2,0	1,00	36,52	3 724,02	187,20	187,20
017	D-17 LOSA ALIGERADA VUWR	19,87	2,0	1,00	37,29	3 802,54	191,40	191,40
018	D-18 LOSA ALIGERADA VUWR	19,83	2,0	1,00	37,57	3 831,09	193,20	193,20
019	D-19 COLUMNA VFGC	19,89	2,0	1,00	33,18	3 383,43	170,10	170,10
020	D-20 COLUMNA VFGC	19,87	2,0	1,00	33,46	3 411,98	171,70	171,70

N° Corazón diamantino	Estructura	Area (cm ²)	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de Rotura (kN)	Fuerza de Rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión corregida (kg/cm ²)
021	D-21 VIGA VFGC	19,87	2,0	1,00	35,22	3 591,45	180,70	180,70
022	D-22 VIGA VFGC	19,90	2,0	1,00	35,41	3 610,83	181,50	181,50
023	D-23 LOSA ALIGERADA VFGC	19,90	2,0	1,00	36,39	3 710,76	186,50	186,50
024	D-24 LOSA ALIGERADA VFGC	19,82	2,0	1,00	35,28	3 597,57	181,50	181,50
025	D-25 COLUMNA VFRE	19,88	2,0	1,00	34,69	3 537,41	177,90	177,90
026	D-26 COLUMNA VFRE	19,82	2,0	1,00	35,22	3 591,45	181,20	181,20
027	D-27 VIGA VFRE	19,82	2,0	1,00	38,56	3 932,04	198,40	198,40
028	D-28 VIGA VFRE	19,87	2,0	1,00	38,83	3 959,57	199,30	199,30
029	D-29 LOSA ALIGERADA VFRE	19,89	2,0	1,00	38,41	3 916,74	196,90	196,90
030	D-30 LOSA ALIGERADA VFRE	19,79	2,0	1,00	38,24	3 899,41	197,00	197,00
031	D-31 COLUMNA VFDA	19,84	2,0	1,00	33,29	3 394,65	171,10	171,10
032	D-32 COLUMNA VFDA	19,84	2,0	1,00	33,25	3 390,57	170,90	170,90
033	D-33 VIGA VFDA	19,87	2,0	1,00	34,58	3 526,19	177,50	177,50
034	D-34 VIGA VFDA	19,91	2,0	1,00	34,62	3 530,27	177,40	177,40
035	D-35 LOSA ALIGERADA VFDA	19,93	2,0	1,00	34,45	3 512,94	176,20	176,20
036	D-36 LOSA ALIGERADA VFDA	19,90	2,0	1,00	34,71	3 539,45	177,90	177,90
037	D-37 COLUMNA VFRR	19,87	2,0	1,00	35,26	3 595,53	180,90	180,90
038	D-38 COLUMNA VFRR	19,83	2,0	1,00	35,78	3 648,56	184,00	184,00
039	D-39 VIGA VFRR	19,89	2,0	1,00	36,45	3 716,88	186,90	186,90
040	D-40 VIGA VFRR	19,87	2,0	1,00	36,12	3 683,23	185,40	185,40

N° Corazón diamantino	Estructura	Area (cm ²)	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de Rotura (kn)	Fuerza de Rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión corregida (kg/cm ²)
041	D-41 LOSA ALIGERADA VFRR	19,82	2,0	1,00	36,83	3 755,63	189,50	189,50
042	D-42 LOSA ALIGERADA VFRR	19,92	2,0	1,00	36,76	3 748,49	188,10	188,10
043	D-43 COLUMNA VFEC	19,95	2,0	1,00	34,11	3 478,26	174,30	174,30
044	D-44 COLUMNA VFEC	19,82	2,0	1,00	34,87	3 555,76	179,40	179,40
045	D-45 VIGA VFEC	19,84	2,0	1,00	37,12	3 785,20	190,70	190,70
046	D-46 VIGA VFEC	19,84	2,0	1,00	37,18	3 791,32	191,00	191,00
047	D-47 LOSA ALIGERADA VFEC	19,95	2,0	1,00	37,28	3 801,52	190,50	190,50
048	D-48 LOSA ALIGERADA VFEC	19,82	2,0	1,00	37,20	3 793,36	191,40	191,40

Fuente: Elaboración propia

El detalle se presenta en el anexo diamantinas.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizaron ensayos a la compresión simple en 48 corazones diamantinos de concreto extraídos de las estructuras como columnas, vigas y losas aligeradas de diferentes viviendas analizadas del distrito de San Juan Bautista, para fines de análisis de resultado en la tesis que el solicitante esta elaborando.

En tal sentido se recomienda usar la resistencia a la compresión simple del concreto ($f'c$) más crítica encontrada en el presente estudio, para realizar cualquier modelamiento o recalcu estructural que se desee realizar.

Sin otro particular, y a la espera de vuestra comprensión y atención a lo solicitado, es propicia la ocasión para expresar mi más alta y distinguida estima personal.

Atentamente.



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP: 132434
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ENSAYOS DE
RESISTENCIA A LA
COMPRESION
SIMPLE DEL
CONCRETO**



INGEOMAX

.....
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2016

Proyecto : "EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE ENSAYO DE TESTIGOS Y ESCLEROMETRÍA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, SAN JUAN BAUTISTA – AYACUCHO, 2024"

Solicitante : BACH. MARIA LUZ RONDINEL ROBLES

Muestra : COLUMNAS Y VIGAS BLOQUE 2 PRIMARIA

Especimen : CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO HIDRÁULICO

Fecha : FEBRERO DE 2025

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA


Distrito : SAN JUAN BAUTISTA

Lugar : VIVIENDAS SAN JUAN BAUTISTA

Nº	DESCRIPCION DE LAS VIVIENDAS	CODIGO DE LAS VIVIENDAS	UBICACIÓN
1	VIVIENDA UNIFAMILIAR ELIPIO CARDENAS LAINES	VUEC	Asoc. Los olivos MZ 1 Lot 3
2	VIVIENDA UNIFAMILIAR NAPOLITANIO	VUNA	Jr. Selva de oro lot. 8
3	VIVIENDA UNIFAMILIAR WILIAN RONDINEL	VUWR	Asoc. Los olivos Mz I 1 lot.1
4	VIVIENDA FAMILIAR GEMAN CORONADO	VFGC	Asoc. Los olivos Mz K lot 2
5	VIVIENDA FAMILIAR Rondinel Espinoza	VFRE	Asoc. Los olivos Mz K lot 3
6	VIVIENDA FAMILIAR Delfina Auqui	VFDA	Av. Santa Rosa Mz J lot 2
7	VIVIENDA FAMILIAR Rolando Robles	VFRR	Jr. Selva de oro lot. 30
8	VIVIENDA FAMILIAR EDGAR CONDE	VFEC	Asoc. Los olivos Mz I lot. 6



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIR 152454
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA TECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN PUENTES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO

NORMA ASTM C-39, MTC E 704 - 2016


Proyecto : "EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE ENSAYO DE TESTIGOS Y ESCLEROMETRIA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, SAN JUAN BAUTISTA - AYACUCHO, 2024"

Solicitante : BACH. MARIA LUZ RONDINEL ROBLES
 Muestra : CONCRETO DE VIVIENDAS FAMILIARES
 Especimen : CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO HIDRAULICO
 Fecha : FEBRERO DE 2025

Región : AYACUCHO
 Provincia : HUAMANGA
 Distrito : SAN JUAN BAUTISTA
 Lugar : VIVIENDAS SAN JUAN BAUTISTA

N° Corazón diamantino	Estructura	Fecha		Diámetro (cm)	Area (cm²)	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de Rotura (kn)	Fuerza de Rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión corregida (kg/cm²)	% Resistencia Promedio (kg/cm²)
		Extracción	Rotura									
001	D-01 COLUMNA VUEC	2025-02-18	2025-02-25 > 28 dias	5.04	19,95	10,32	1,00	33,96	3 462,97	173,60	173,60	175
002	D-02 COLUMNA VUEC	2025-02-18	2025-02-25 > 28 dias	5.04	19,92	10,31	1,00	34,61	3 529,25	177,10	177,10	175
003	D-03 VIGA VUEC	2025-02-18	2025-02-25 > 28 dias	5.07	20,17	10,27	1,00	38,33	3 908,59	193,80	193,80	195
004	D-04 VIGA VUEC	2025-02-18	2025-02-25 > 28 dias	5.03	19,91	10,24	1,00	38,38	3 913,69	196,60	196,60	195
005	D-05 LOSA ALIGERADA VUEC	2025-02-18	2025-02-25 > 28 dias	5.04	19,93	10,07	1,00	38,64	3 940,20	197,70	197,70	198
006	D-06 LOSA ALIGERADA VUEC	2025-02-18	2025-02-25 > 28 dias	5.03	19,90	10,22	1,00	38,86	3 962,63	199,20	199,20	198
007	D-07 COLUMNA VUNA	2025-02-18	2025-02-25 > 28 dias	5.03	19,87	10,04	1,00	33,28	3 393,63	170,80	170,80	170
008	D-08 COLUMNA VUNA	2025-02-18	2025-02-25 > 28 dias	5.06	20,14	10,30	1,00	33,43	3 408,92	169,30	169,30	170
009	D-09 VIGA VUNA	2025-02-18	2025-02-25 > 28 dias	5.03	19,89	10,16	1,00	36,51	3 723,00	187,20	187,20	188
010	D-10 VIGA VUNA	2025-02-18	2025-02-25 > 28 dias	5.04	19,98	10,15	1,00	36,89	3 761,75	188,30	188,30	188

Observaciones : - Los corazones diamantinos fueron identificados y rotulados en campo.
 :- Los corazones diamantinos fueron referendados con neopreno en laboratorio.



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN PUEBLOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO

NORMA ASTM C-39, MTC E 704 - 2016

Proyecto : EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE ENSAYO DE TESTIGOS Y ESCLEROMETRIA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES. SAN JUAN BAUTISTA - AYACUCHO, 2024"

Solicitante : BACH. MARIA LUZ RONDINEL ROBLES
 Muestra : CONCRETO DE VIVIENDAS FAMILIARES
 Especimen : CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO HIDRAULICO
 Fecha : FEBRERO DE 2025


Región : AYACUCHO
 Provincia : HUAMANGA
 Distrito : SAN JUAN BAUTISTA
 Lugar : VIVIENDAS SAN JUAN BAUTISTA

N° Corazón diamantino	Estructura	Fecha		Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de Rotura (kn)	Fuerza de Rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión corregida (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión promedio kg/cm ²
		Extracción	Rotura									
011	D-11 LOSA ALIGERADA YUNA	2025-02-18	2025-02-25 > 28 días	5.05	20.03	2.0	1.00	37.46	3 819,87	190,70	190,70	191
012	D-12 LOSA ALIGERADA YUNA	2025-02-18	2025-02-25 > 28 días	5.03	19.90	2.0	1.00	37.48	3 821,91	192,10	192,10	
013	D-13 COLUMNA VUWR	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5.07	20.17	2.0	1.00	34.33	3 500,70	173,50	173,50	175
014	D-14 COLUMNA VUWR	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5.03	19.91	2.0	1.00	34.38	3 505,80	176,10	176,10	
015	D-15 VIGA VUWR	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5.04	19.93	2.0	1.00	36.64	3 736,25	187,50	187,50	187
016	D-16 VIGA VUWR	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5.03	19.90	2.0	1.00	36.52	3 724,02	187,20	187,20	
017	D-17 LOSA ALIGERADA VUWR	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5.03	19.87	2.0	1.00	37.29	3 802,54	191,40	191,40	192
018	D-18 LOSA ALIGERADA VUWR	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5.03	19.83	2.0	1.00	37.57	3 831,09	193,20	193,20	
019	D-19 COLUMNA VFGC	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5.03	19.89	2.0	1.00	33.18	3 383,43	170,10	170,10	171
020	D-20 COLUMNA VFGC	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5.03	19.87	2.0	1.00	33.46	3 411,98	171,70	171,70	

Observaciones : - Los corazones diamantinos fueron identificados y rotulados en campo.
 - Los corazones diamantinos fueron refrigerados con neopreno en laboratorio.



Ing. Magkivil Anthony Morcote-Arias
 CIP 13 7454
 EXP. EN INGENIERIA GEOTECNICA CONCRETO Y PAVIMENTOS

 INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO <small>ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</small>	CONTROL DE CALIDAD <hr/> ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO <hr/> NORMA ASTM C-39, MTC E 704 - 2016
--	--


Proyecto : "EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE ENSAYO DE TESTIGOS Y ESCLEROMETRÍA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, SAN JUAN BAUTISTA - AYACUCHO, 2024"


Solicitante : BACH. MARIA LUZ RONDINEL ROBLES
Muestra : CONCRETO DE VIVIENDAS FAMILIARES
Especimen : CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO HIDRAULICO
Fecha : FEBRERO DE 2025

Región : AYACUCHO
Provincia : HUAMANGA
Distrito : SAN JUAN BAUTISTA
Lugar : VIVIENDAS SAN JUAN BAUTISTA

N° Corazón diamantino	Estructura	Fecha		Diámetro (cm)	Área (cm²)	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de Rotura (kn)	Fuerza de Rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión corregida (kg/cm²)	Resistencia a la compresión promedio (kg/cm²)
		Extracción	Rotura									
021	D-21 VIGA VFGC	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5,03	19,87	10,10	2,0	35,22	3 591,45	180,70	180,70	181
022	D-22 VIGA VFGC	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5,03	19,90	10,05	2,0	35,41	3 610,83	181,50	181,50	181
023	D-23 LOSA ALIGERADA VFGC	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5,03	19,90	10,17	2,0	36,39	3 710,76	186,50	186,50	184
024	D-24 LOSA ALIGERADA VFGC	2025-02-19	2025-02-26 > 28 días	5,02	19,82	10,07	2,0	35,28	3 597,57	181,50	181,50	181
025	D-25 COLUMNA VFRE	2025-02-20	2025-02-27 > 28 días	5,03	19,88	10,07	2,0	34,69	3 537,41	177,90	177,90	180
026	D-26 COLUMNA VFRE	2025-02-20	2025-02-27 > 28 días	5,02	19,82	10,12	2,0	35,22	3 591,45	181,20	181,20	180
027	D-27 VIGA VFRE	2025-02-20	2025-02-27 > 28 días	5,02	19,82	10,14	2,0	38,56	3 932,04	198,40	198,40	199
028	D-28 VIGA VFRE	2025-02-20	2025-02-27 > 28 días	5,03	19,87	10,13	2,0	38,83	3 959,57	199,30	199,30	199
029	D-29 LOSA ALIGERADA VFRE	2025-02-20	2025-02-27 > 28 días	5,03	19,89	10,16	2,0	38,41	3 916,74	196,90	196,90	197
030	D-30 LOSA ALIGERADA VFRE	2025-02-20	2025-02-27 > 28 días	5,02	19,79	10,15	2,0	38,24	3 898,41	197,00	197,00	197

Observaciones : - Los corazones diamantinos fueron identificados y rotulados en campo.
 - Los corazones diamantinos fueron referenciados con neopreno en laboratorio.


 Ing. Maxxilia Anthony Morales Arias
 C. 192754
 ESPECIALISTA EN GOTECOM CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO

NORMA ASTM C-39, MTC E 704 - 2016


Proyecto : "EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE ENSAYO DE TESTIGOS Y ESCLEROMETRÍA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, SAN JUAN BAUTISTA – AYACUCHO, 2024"

Solicitante : BACH. MARIA LUZ RONJINEL ROBLES
 Muestra : CONCRETO DE VIVIENDAS FAMILIARES
 Especimen : CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO HIDRAULICO
 Fecha : FEBRERO DE 2025

Región : AYACUCHO
 Provincia : HUAMANGA
 Distrito : SAN JUAN BAUTISTA
 Lugar : VIVIENDAS SAN JUAN BAUTISTA

N° Corazón diamantino	Estructura	Fecha		Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Altura (cm)	Relección L/D	Corrección por J/D	Fuerza de Rotura (kn)	Fuerza de Rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión corregida (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión promedio kg/cm ²
		Exeacción	Rotura										
031	D-31 COLUMNA VFDA	2025-02-20	2025-02-27 > 28 dias	5.03	19.84	10.12	2.0	1.00	33.29	3 394.65	171.10	171.10	171
032	D-32 COLUMNA VFDA	2025-02-20	2025-02-27 > 28 dias	5.03	19.84	10.05	2.0	1.00	33.25	3 390.57	170.90	170.90	
033	D-33 VIGA VFDA	2025-02-20	2025-02-27 > 28 dias	5.03	19.87	10.17	2.0	1.00	34.58	3 526.19	177.50	177.50	177
034	D-34 VIGA VFDA	2025-02-20	2025-02-27 > 28 dias	5.03	19.81	10.24	2.0	1.00	34.62	3 530.27	177.40	177.40	
035	D-35 LOSA ALIGERADA VFDA	2025-02-20	2025-02-27 > 28 dias	5.04	19.83	10.07	2.0	1.00	34.45	3 512.94	175.20	176.20	177
036	D-36 LOSA ALIGERADA VFDA	2025-02-20	2025-02-27 > 28 dias	5.03	19.80	10.15	2.0	1.00	34.71	3 539.45	177.90	177.90	
037	D-37 COLUMNA VFRR	2025-02-21	2025-02-28 > 28 dias	5.03	19.87	10.07	2.0	1.00	35.26	3 595.53	180.90	180.90	182
038	D-38 COLUMNA VFRR	2025-02-21	2025-02-28 > 28 dias	5.03	19.83	10.13	2.0	1.00	35.78	3 648.56	184.00	184.00	
039	D-39 VIGA VFRR	2025-02-21	2025-02-28 > 28 dias	5.03	19.89	10.06	2.0	1.00	36.45	3 716.88	186.90	186.90	186
040	D-40 VIGA VFRR	2025-02-21	2025-02-28 > 28 dias	5.03	19.87	10.08	2.0	1.00	36.12	3 683.23	185.40	185.40	

Observaciones : - Los corazones diamantinos fueron identificados y rotulados en campo.
 - Los corazones diamantinos fueron refrendados con neopreno en laboratorio.


 Ing. Maxvil Anthony Morote Arias
 CIP 13475
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA Y PAVIMENTOS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE
CONCRETO HIDRAULICO**

NORMA ASTM C-39, MTC E 704 - 2016

Proyecto : "EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE ENSAYO DE TESTIGOS Y ESCLEROMETRÍA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, SAN JUAN BAUTISTA - AYACUCHO, 2024"

Solicitante : BACH. MARIA LUZ RONDINEL ROBLES
 Muestra : CONCRETO DE VIVIENDAS FAMILIARES
 Especimen : CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO HIDRAULICO
 Fecha : FEBRERO DE 2025

Región : AYACUCHO
 Provincia : HUAMANGA
 Distrito : SAN JUAN BAUTISTA
 Lugar : VIVIENDAS SAN JUAN BAUTISTA

N° Corazón diamantino	Estructura	Fecha		Diámetro (cm)	Area (cm²)	Altura (cm)	Relación L/D	Comoción por L/D	Fuerza de Rotura (kn)	Fuerza de Rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión corregida (kg/cm²)	Resistencia a la compresión promedio (kg/cm²)
		Extracción	Rotura										
041	D-41 LOSA ALIGERADA VFRR	2025-02-21	2025-02-28 > 28 días	5,02	19,82	10,15	2,0	1,00	36,83	3 755,63	189,50	189,50	189
042	D-42 LOSA ALIGERADA VFRR	2025-02-21	2025-02-28 > 28 días	5,04	19,92	10,19	2,0	1,00	36,76	3 748,49	188,10	188,10	189
043	D-43 COLUMNA VFEC	2025-02-21	2025-02-28 > 28 días	5,04	19,95	10,21	2,0	1,00	34,11	3 478,26	174,30	174,30	177
044	D-44 COLUMNA VFEC	2025-02-21	2025-02-28 > 28 días	5,02	19,82	10,17	2,0	1,00	34,87	3 555,76	179,40	179,40	177
045	D-45 VIGA VFEC	2025-02-21	2025-02-28 > 28 días	5,03	19,84	10,09	2,0	1,00	37,12	3 785,20	190,70	190,70	191
046	D-46 VIGA VFEC	2025-02-21	2025-02-28 > 28 días	5,03	19,84	10,15	2,0	1,00	37,18	3 791,32	191,00	191,00	191
047	D-47 LOSA ALIGERADA VFEC	2025-02-21	2025-02-28 > 28 días	5,04	19,95	10,18	2,0	1,00	37,28	3 801,52	190,50	190,50	191
048	D-48 LOSA ALIGERADA VFEC	2025-02-21	2025-02-28 > 28 días	5,02	19,82	10,18	2,0	1,00	37,20	3 793,36	191,40	191,40	191

Observaciones : - Los corazones diamantinos fueron identificados y rotulados en campo.
 - Los corazones diamantinos fueron refrendados con neopreno en laboratorio.



INGEOMAX
S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

**PANEL
FOTOGRAFICO**


INGEOMAX
S.A.C.

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP 137454
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

VISTAS DE EXTRACCIÓN DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO



Panel nº01.- Vista de perforación diamantina

VISTAS DE EXTRACCION DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO



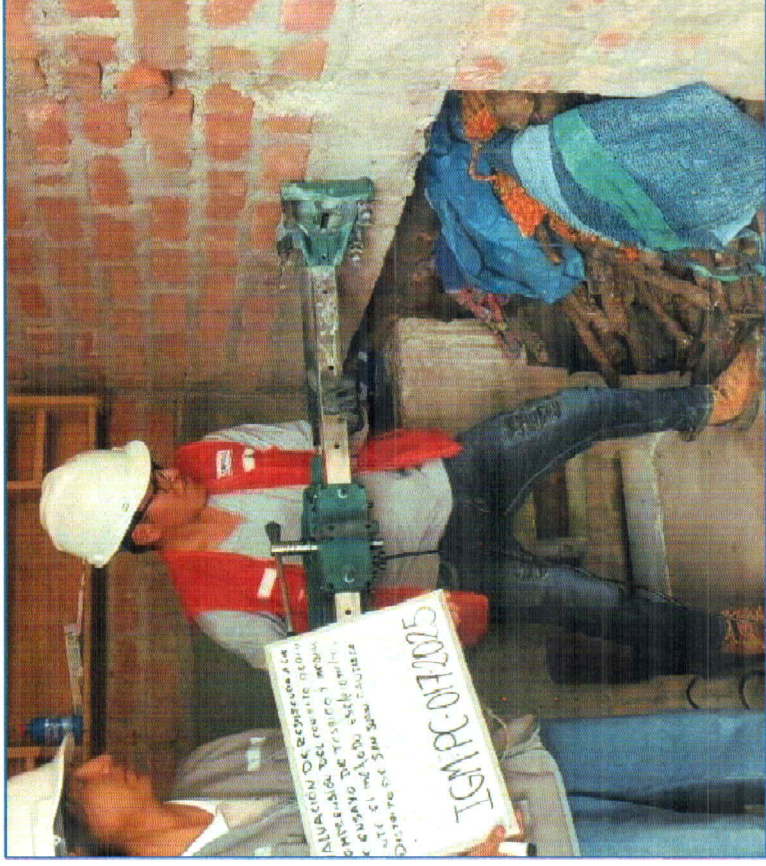
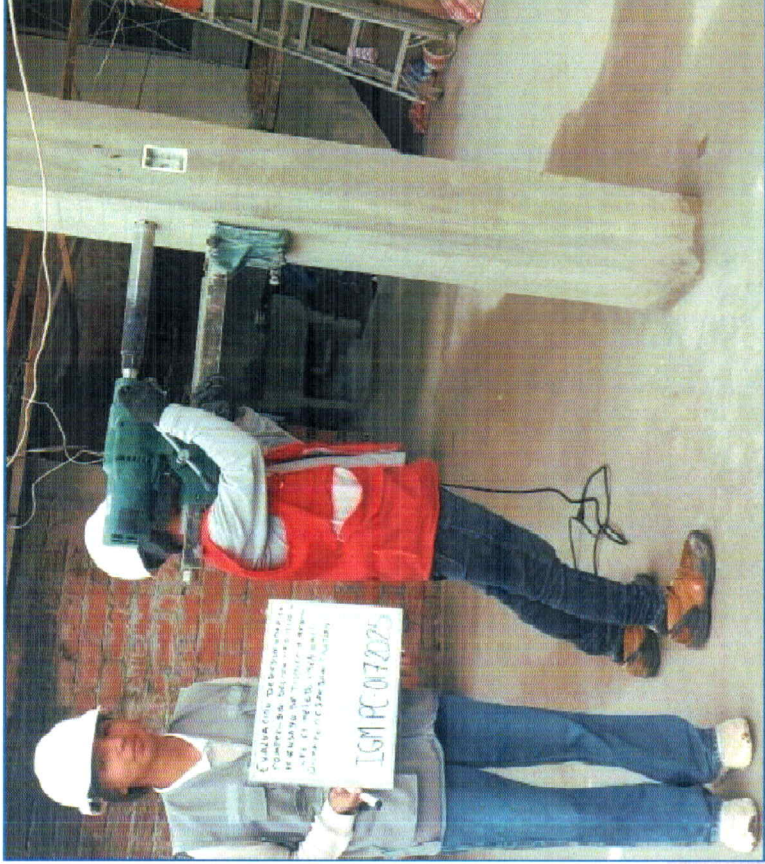
VISTAS DE EXTRACCION DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO



INGEOMAX
Ing. Maxvil Anthony Morde Arias
CIP 132454
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

Panel n°04.- Vista de perforación diamantina

VISTAS DE EXTRACCION DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO



VISTAS DE EXTRACCION DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO



VISTAS DE EXTRACCION DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO



VISTAS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE A LOS CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO



VISTAS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE A LOS CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO





INGEOMAX
S.A.C

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

**CERTIFICADOS
DE CALIBRACIÓN**

 **INGEOMAX**

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP. 13245
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-31917-001 R0

Page / Pág. 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante / Año <i>Manufacturer / Year</i>	PINZUAR (2019)
Modelo <i>Model</i>	PC-42D
Número de Serie <i>Serial Number</i>	286
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	E-ACI-001
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.
Dirección <i>Address</i>	JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENA

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Fecha de Calibración 2024 - 05 - 30

Date of calibration

Fecha de Emisión 2024 - 06 - 04

Date of issue

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

Number of pages of the certificate and documents attached

04

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-06-F-01-R14.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,01 kN
Apreciación	0,01 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	2 kN
Documento de Referencia	ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.

Indicaciones registradas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio S _{1,2 y 3}	Errores Relativos	
		S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S ₃ Ascendente		Indicación a	Repetibilidad b
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
25,0	250,00	246,821	247,941	246,761	247,174 7	1,14	0,482
50,0	500,00	492,119	493,047	492,294	492,486 6	1,53	0,101
75,0	750,00	739,263	739,523	739,303	739,363 3	1,44	0,036
98,0	980,00	968,445	966,635	967,655	967,578 6	1,28	0,190

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie				Promedio S _{1,2 y 3}
		S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S ₂ ' No Aplica	S ₃ Ascendente	
≈ %	kN	kN	kN	---	kN	---
20,0	200,00	199,926	200,051	---	199,820	---
30,0	300,00	300,073	300,103	---	300,148	---
40,0	400,00	399,526	399,993	---	400,329	---
50,0	500,00	498,758	499,826	---	500,142	---
60,0	600,00	600,241	599,785	---	599,920	---
70,0	700,00	699,809	699,554	---	699,469	---
80,0	800,00	800,843	800,502	---	800,813	---
90,0	900,00	901,421	901,091	---	901,546	---
99,0	980,00	992,494	991,104	---	990,744	---

Tabla 3.

Error realtivo de cero, f₀, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

f _{0,s1} %	f _{0,s2} %	f _{0,s2'} %	f _{0,s3} %	f _{0,s4} %
0,005	-0,003	---	0,001	---

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Error Relativo de ...				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		k _{p=95%}
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad					
= %	kN	q %	b %	v %	a %	kN	U %	---
20,0	200,00	0,03	0,116	---	0,005	0,28	0,14	2,09
30,0	300,00	-0,036	0,025	---	0,003	0,27	0,090	2,01
40,0	400,00	0,01	0,201	---	0,003	0,82	0,21	2,87
50,0	500,00	0,09	0,277	---	0,002	2,1	0,42	4,52
60,0	600,00	0,003	0,076	---	0,002	0,57	0,095	2,08
70,0	700,00	0,056	0,049	---	0,001	0,60	0,086	2,02
80,0	800,00	-0,090	0,042	---	0,001	0,68	0,085	2,02
90,0	900,00	-0,150	0,050	---	0,001	0,76	0,085	2,03
99,0	990,00	-0,15	0,176	---	0,001	1,9	0,19	2,87

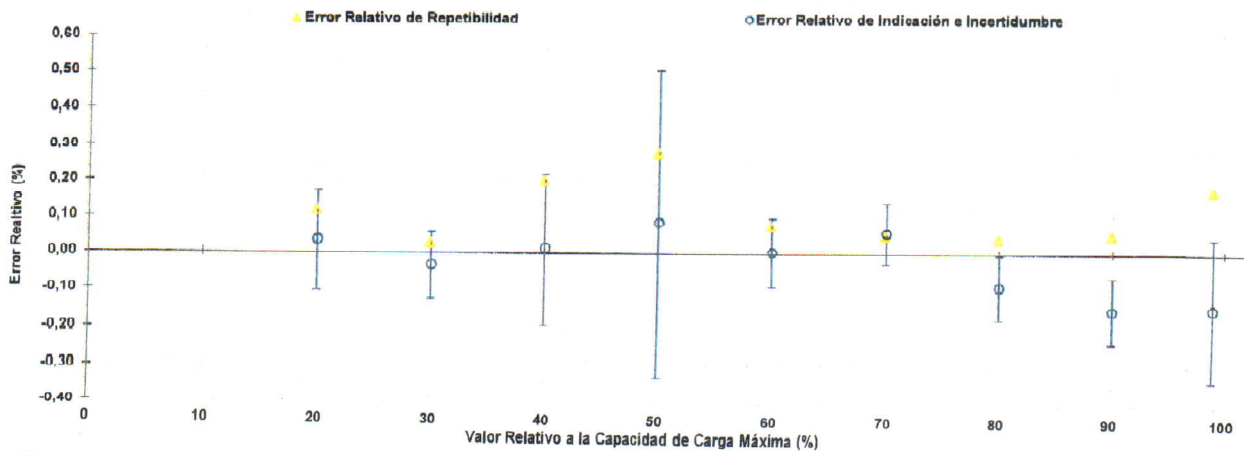


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * X) + (C * X^2) + (D * X^3)$$

A	B	C	D
5,898 945 E-01	9,973 153 E-01	5,168 941 E-07	3,354 320 E-09

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue AREA DE CONCRETO de la empresa INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C. ubicada en AYACUCHO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	27,3 °C	Temperatura Ambiente Mínima:	26,1 °C
Humedad Relativa Máxima:	44 % hr	Humedad Relativa Mínima:	33 % hr

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

F-31917-001 R0

Page / Pág. 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de medición declarada se expresa como la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente el 95%. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

El factor de cobertura, k , reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.



Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 1000 kN	C8S	930040	0,5	6753 del INM de Colombia	2025-06

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza la escala de la máquina de ensayo. Según ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system.

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se usa la coma (,) como separador decimal.
- Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
- En cualquier caso, la máquina de ensayos debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-31917-001**

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R14.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura



Escanee este QR
para descargar
informa original
con firma
electrónica en pdf

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

N° CLC-1110-002-24**Cliente:**
*Customer***INGENIERIA GEOTECNICA AL
MAXIMO - INGEOMAX S.A.C.**

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

Dirección:
*Address***JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC.
LAS NAZARENAS- AYACUCHO -
HUAMANGA - JESUS NAZARENO****Teléfono:**
*Phone Number***993965123****Persona de Contacto:**
*Contact Person***Yanet Cuchilla Mendoza**

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Objeto:
*Item***PIE DE REY**

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)



Escanee este QR y encuentre:
Etiqueta electrónica
Certificados originales en pdf
Historia de Intervenciones
Documentos relevantes, manuales, fotografías

Marca:
*Manufacturer***INSIZE**

In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Modelo:
*Model***1114-300AW****No. de Serie:**
*Serial Number***1708163052****Identificación:**
*Identification***E-AM-002****Ubicación del Objeto⁽¹⁾:**
*Item Location***NO ESPECIFICA****Fecha de Recepción:**
*Date of Receipt***2024-06-25****Fecha de Calibración:**
*Calibration Date***2024-06-25****Próxima Fecha de Calibración:**
*Due Date***-****Técnico Responsable:**
*Responsible Technician***Marcos Vargas****Persona que Autoriza / Fecha de Emisión:**
*Person authorizing / Date of Issue***Ing. Savino Pineda / 2024-06-26****Gerente General**

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ,
serialNumber=090623155159, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2024-06-26 16:11:26



Escanee este QR
para descargar
informe original
con firma
electrónica en pdf

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CLC-1110-002-24

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.

Incertidumbre de medida
Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k , que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k , which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%.

Equipamiento Utilizado
Equipment Used

Identificación <i>ID Number</i>	Nombre <i>Name</i>	Marca <i>Manufacturer</i>	Modelo <i>Model</i>	No. de Serie <i>Serial Number</i>	Vence Cal. <i>Due Date</i>	N° Certificado <i>N° Certificate</i>
ELP.PC.004	SET DE BLOQUES PATRÓN	MITUTOYO	BM1-10M-0A/A	1803012	2025-04-24	CGC-1943-007-24
ELP.PC.006	BLOQUE PATRÓN DE 50 mm	MITUTOYO	611675-531 18D	180205	2024-12-29	CGC-7326-005-23
ELP.PC.007	BLOQUE PATRÓN DE 100 mm	MITUTOYO	611681-531 17K	172533	2025-03-06	CGC-1304-007-24
ELP.PC.008	BLOQUE PATRÓN DE 150 mm	MITUTOYO	611803-531 18A	170473	2024-12-29	CGC-7326-006-23
ELP.PC.009	BLOQUE PATRÓN DE 200 mm	MITUTOYO	611682-531 18D	180148	2025-03-06	CGC-1304-008-24
ELP.PT.035	REGLA	MITUTOYO	182-125	NO ESPECIFICA	2025-03-11	CLC-0180-042-24
ELP.PT.059	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2024-11-10	CLC-0019-092-23
ELP.PT.038	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	140701832	2024-07-31	M-CLC-0019-068-23



Escanea este QR
para descargar
informe original
con firma
electrónica en pdf

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CLC-1110-002-24

Calibración

Calibration

Modo de Lectura: <i>Reading Mode</i>	Digital
Unidad de Medida: <i>Unit of Measurement</i>	mm
Resolución: <i>Resolution</i>	0,01 mm
Intervalo de Medición ⁽²⁾ : <i>Measurement Range</i>	(0 a 300) mm
Lugar de Calibración: <i>Calibration Site</i>	Laboratorio 2 (Elicrom)
Método de Calibración: <i>Calibration Method</i>	Comparación directa con Bloques Patrón Longitudinales (BPL)
Documento de Referencia: <i>Reference Document</i>	CEM DI-008:2013 (Edición Digital 1)
Procedimiento de Calibración: <i>Calibration Procedure</i>	PEC.EL.22
Condiciones Ambientales: <i>Environmental Conditions</i>	Temperatura del Aire 20,1 °C ± 0,2 °C <i>Air Temperature</i> Humedad Relativa del Aire 55,9 %hr ± 0,1 %hr <i>Air Relative Humidity</i> Presión Atmosférica 1003 hPa ± 0 hPa <i>Atmospheric Pressure</i>

Observaciones

Observations

- (1) Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.
- (2) Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).
- (3) Para el valor nominal de cero no es posible demostrar trazabilidad metrológica.

⁽¹⁾ Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

⁽²⁾ Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

⁽³⁾ For the nominal value of zero it is not possible to demonstrate metrological traceability.

Declaración de Trazabilidad Metrológica

Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through NIST (National Institute of Standards and Technology - United States) or other National Metrology Institutes (NMIs).



Escanee este QR
para descargar
informe original
con firma
electrónica en pdf

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CLC-1110-002-24

Resultados de la Calibración

Calibration Results

Bocas para Medidas de Exteriores

Measuring Faces for External Measurements

Valor Nominal Nominal Value	Indicación Ítem Item Reading	Indicación Patrón Standard Reading	Error de Medición (e) Measurement Error (e)	Incertidumbre de Medición (U) Measurement Uncertainty (U)	Factor de Cobertura Coverage Factor
mm	mm	mm	mm	mm	k
0 ⁽³⁾	0,00	0,0000	0,0000		
5,1	5,10	5,1000	0,0000	0,0082	2,00
25	25,00	25,0000	0,0000	0,0082	2,00
50	50,00	50,0001	-0,0001	0,0082	2,00
100	100,00	100,0001	-0,0001	0,0084	2,00
150	150,00	150,0003	-0,0003	0,0087	2,00
200	200,00	200,0000	0,0000	0,0090	2,00
250	250,00	249,9998	0,0002	0,0095	2,00
275	275,00	274,9998	0,0002	0,0097	2,00
300	300,00	300,0000	0,0000	0,010	2,00

Bocas para Medidas de Interiores

Measuring Faces for Internal Measurements

Valor Nominal Nominal Value	Indicación Ítem Item Reading	Indicación Patrón Standard Reading	Error de Medición (e) Measurement Error (e)	Incertidumbre de Medición (U) Measurement Uncertainty (U)	Factor de Cobertura Coverage Factor
mm	mm	mm	mm	mm	k
100	100,00	100,0001	-0,0001	0,0084	2,00
250	250,00	250,0003	-0,0003	0,0094	2,00

Sonda de Profundidad

Depth Measuring Rod

Valor Nominal Nominal Value	Indicación Ítem Item Reading	Indicación Patrón Standard Reading	Error de Medición (e) Measurement Error (e)	Incertidumbre de Medición (U) Measurement Uncertainty (U)	Factor de Cobertura Coverage Factor
mm	mm	mm	mm	mm	k
100	100,00	100,0001	-0,0001	0,0084	2,00
250	250,00	250,0003	-0,0003	0,0094	2,00

Notas

Notes

- La indicación del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).
- En cada punto de calibración se ha realizado 2 medidas repetidas y se muestra el promedio de ellas. Adicionalmente se ha elegido dos puntos intermedios y se ha realizado en ellos 10 medidas repetidas para determinar la repetibilidad.
- The standard reading and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).
- Two repeated measurements have been made at each calibration point and the average of them is shown. Additionally, two intermediate points have been chosen and ten repeated measurements have been made on them to determine repeatability.

FO.PEC.22-02 Rev. 18

**RESULTADO DE DUREZA
ESTRUCTURAL DE ENSAYO
ESCLEROMETRIA (MARTILLO DE
REBOTE)**



PROYECTO: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024"

PROPIETARIO DE LA VIVIENDA: ELIPIO CARDENAS
 FECHA DE MUESTREO : 27/01/2025
 TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN : 1/2 año

DISEÑO: 175 kg/cm²

De la estructura				Del esclerometro			Del ensayo en campo																
Elemento	Edad del concreto	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Características de la superficie	Tipo de martillo y serie	Fecha ultima de verificación	Orientacion	Rebote										Rebote promedio	Dureza elastica (N/mm ²)	Dureza elastica (kg/cm ²)	Factor de correccion	% Resistencia corregida		
C-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	23	26	27	25	25	26	26	28	29	28	26	26.4	19	193.75	0.970	187.93
C-2	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	27	27	28	26	26	27	28	26	26	27	28	27.0	20.2	205.98	0.970	199.80
V-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	29	26	29	26	27	26	26	25	25	28	27	26.8	19	193.75	0.970	187.93
V-2	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	18	29	29	30	27	28	30	30	29	29	27	28	27.8	20	203.94	0.970	197.83
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	vertical	28	27	27	26	28	26	25	25	26	25	28	31	26.8	20.2	205.98	0.970	199.80
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	vertical	27	27	29	28	26	26	27	28	26	28	27	28	27.3	20.3	207.00	0.970	200.79

Curvas de conversión, martillo para ensayos de hormigón modelo N/NR

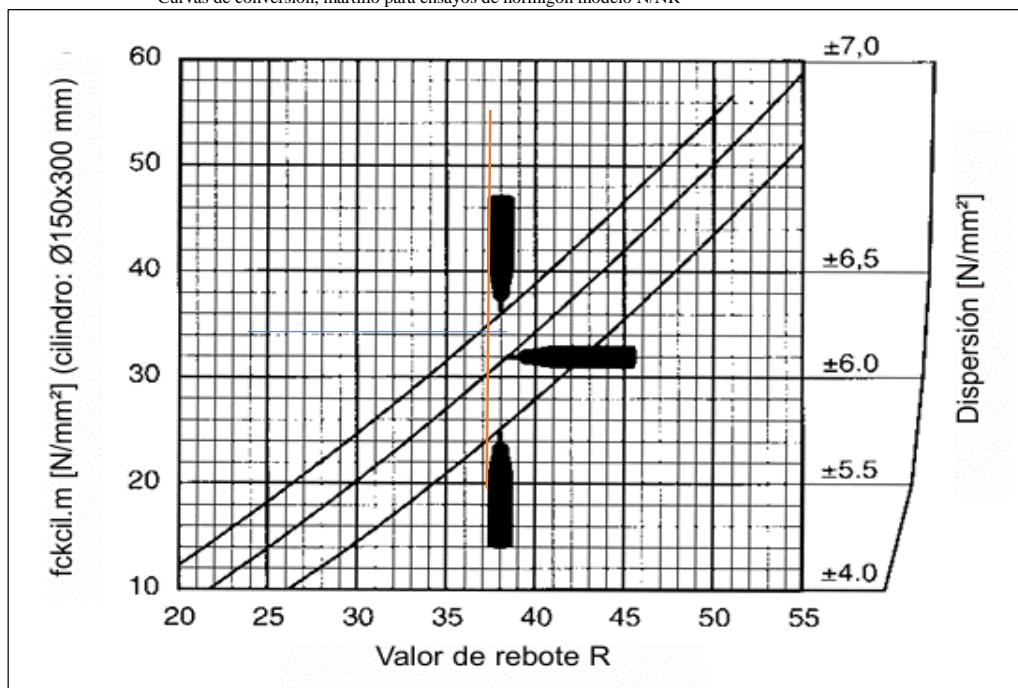


Tabla 19

Factores de corrección por profundidad de carbonatación y tiempo de construcción

Tiempo (años)	Profundidad (mm)	Profundidad (cm)	Factor de Corrección
0,5	3,13	0,31	0,9700
1,0	6,25	0,63	0,9622
2,0	12,50	1,25	0,9200
3,0	18,75	1,88	0,8772
4,0	25,00	2,50	0,8400
5,0	31,25	3,13	0,7948
6,0	37,50	3,75	0,7600
7,0	43,75	4,38	0,7248
8,0	50,00	5,00	0,6800
9,0	56,25	5,63	0,6422
10 o más	62,50	6,25	0,6200

Fuente: SanJuan, 2013



PROYECTO: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024"

PROPIETARIO DE LA VIVIENDA: NAPOLITANO
 FECHA DE MUESTREO : 27/01/2025
 TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN : 4 año

DISEÑO: 175 kg/cm2

De la estructura				Del esclerometro			Del ensayo en campo																				
Elemento	Edad del concreto	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Características de la superficie	Tipo de martillo y serie	Fecha ultima de verificación	Orientacion	Rebote										Rebote promedio	Dureza elastica (N/mm ²)	Dureza elastica (kg/cm ²)	Factor de correccion	Resistencia corregida						
C-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	24	25	29	27	24	26	25	28	26	26	28	27	26	28	27	26.25	20.00	203.94	0.84	171.31	
C-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	29	26	28	29	27	28	26	26	29	27	26	28	28	28	27	27.42	20.20	205.98	0.84	173.03	
V-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	28	25	29	27	28	28	28	28	24	27	28	28	28	27	27.33	21.00	214.14	0.84	179.88	
V-2	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	29	30	29	28	27	29	27	30	28	28	27	28	28	27	28.33	22.00	224.34	0.84	188.44	
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Vertical	29	28	30	29	28	27	28	29	27	29	30	28	28	28	27	28.50	22.50	229.44	0.84	192.73	
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Vertical	27	27	29	28	28	30	30	29	27	27	28	27	28	27	28	27	28.08	22.20	226.38	0.84	190.16

Curvas de conversión, martillo para ensayos de hormigón modelo N/NR

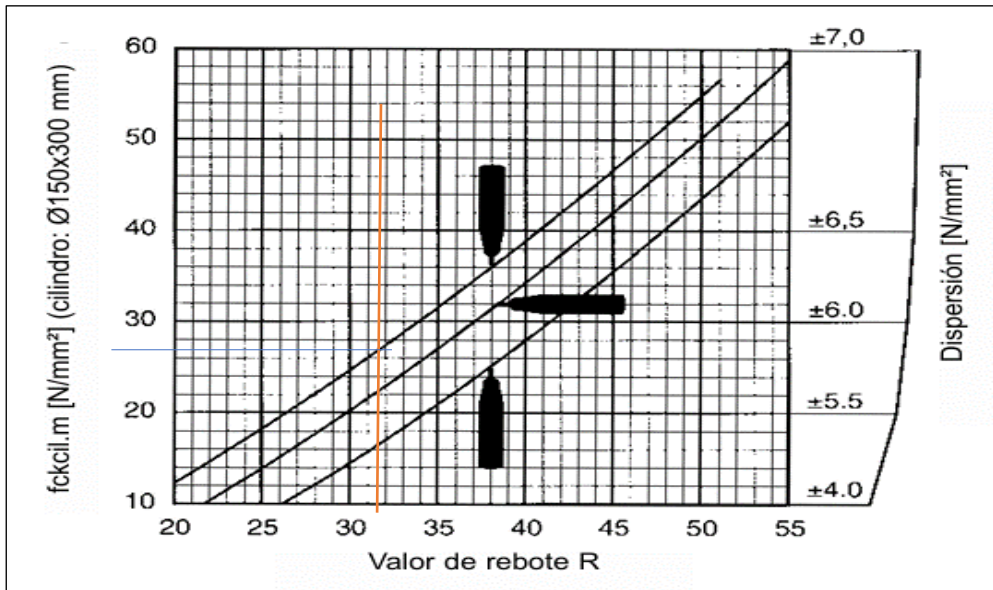


Tabla 19

Factores de corrección por profundidad de carbonatación y tiempo de construcción

Tiempo (años)	Profundidad (mm)	Profundidad (cm)	Factor de Corrección
0,5	3,13	0,31	0,9700
1,0	6,25	0,63	0,9622
2,0	12,50	1,25	0,9200
3,0	18,75	1,88	0,8772
4,0	25,00	2,50	0,8400
5,0	31,25	3,13	0,7948
6,0	37,50	3,75	0,7600
7,0	43,75	4,38	0,7248
8,0	50,00	5,00	0,6800
9,0	56,25	5,63	0,6422
10 o más	62,50	6,25	0,6200

Fuente: SanJuan, 2013



PROYECTO: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024"

PROPIETARIO DE LA VIVIENDA:
FECHA DE MUESTREO :
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN :

Wiliam Rondinel
27/01/2025
3 años

DISEÑO: 175 kg/cm²

De la estructura				Del esclerometro			Del ensayo en campo																
Elemento	Edad del concreto	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Características de la superficie	Tipo de martillo y serie	Fecha ultima de verificación	Orientación	Rebote												Rebote promedio	Dureza elastica (N/mm ²)	Dureza elastica (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
C-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	29	27	26	26	27	28	27	26	28	28	26	28	27.17	20	203.94	0.8772	178.90
c-2	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	29	27	28	26	26	29	28	26	25	28	26	27	27.08	20.1	204.96	0.8772	179.79
viga	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	30	26	29	28	26	29	27	29	26	28	26	29	27.75	21.2	216.18	0.8772	189.63
viga	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	27	29	26	28	26	27	31	26	28	27	27	28	27.50	21	214.14	0.8772	187.84
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	vertical	34	31	33	32	36	36	31	30	36	32	31	30	32.67	21.6	220.26	0.8772	193.21
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	vertical	33	32	33	36	32	36	32	30	37	31	32	36	33.33	21.8	222.30	0.8772	195.00

Curvas de conversión, martillo para ensayos de hormigón modelo N/NR

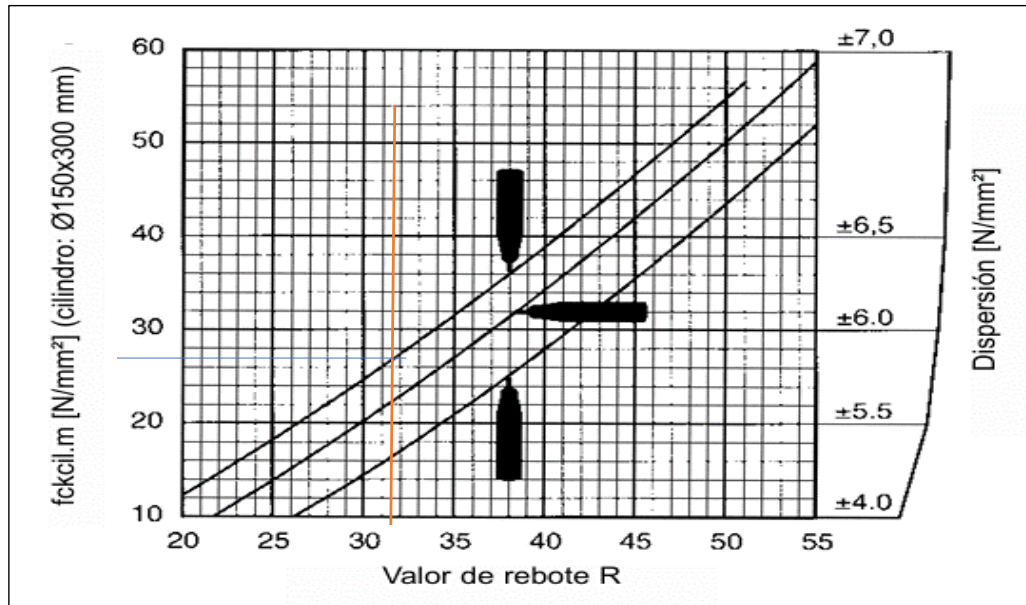


Tabla 19

Factores de corrección por profundidad de carbonatación y tiempo de construcción

Tiempo (años)	Profundidad (mm)	Profundidad (cm)	Factor de Corrección
0,5	3,13	0,31	0,9700
1,0	6,25	0,63	0,9622
2,0	12,50	1,25	0,9200
3,0	18,75	1,88	0,8772
4,0	25,00	2,50	0,8400
5,0	31,25	3,13	0,7948
6,0	37,50	3,75	0,7600
7,0	43,75	4,38	0,7248
8,0	50,00	5,00	0,6800
9,0	56,25	5,63	0,6422
10 o más	62,50	6,25	0,6200

Fuente: SanJuan, 2013



PROYECTO: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024"

PROPIETARIO DE LA VIVIENDA:

German Coronado

DISEÑO: 175 kg/cm²

FECHA DE MUESTREO :

27/01/2025

TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN :

4 años

VIVIENDA FAMILIAR GERMAN CORONADO

De la estructura				Del esclerometro			Del ensayo en campo																
Elemento	Edad del concreto	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Características de la superficie	Tipo de martillo y serie	Fecha ultima de verificacion	Orientacion	Rebote												Rebote promedio	Dureza elastica (N/mm ²)	Dureza elastica (kg/cm ²)	Factor de correccion	Resistencia corregida (kg/cm ²)
							26	27	28	28	26	27	26	26	28	28	27	28					
C-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	26	27	28	28	26	27	26	26	28	28	27	28	27.08	20	203.94	0.84	171.31
	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	29	29	28	28	25	25	26	27	28	27	26	28	27.17	20.1	204.96	0.84	172.17
V-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	26	26	27	28	28	29	28	26	27	29	28	30	27.67	21.2	216.18	0.84	181.59
V-2	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	26	26	29	29	27	28	28	29	28	27	28	27.75	21.3	217.20	0.84	182.45
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	25	22	24	24	26	26	25	25	23	24	23	23	24.17	22	224.34	0.84	188.44
	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	26	23	23	24	25	25	23	24	26	27	24	24	24.50	21.9	223.32	0.84	187.59

Curvas de conversión, martillo para ensayos de hormigón modelo N/NR

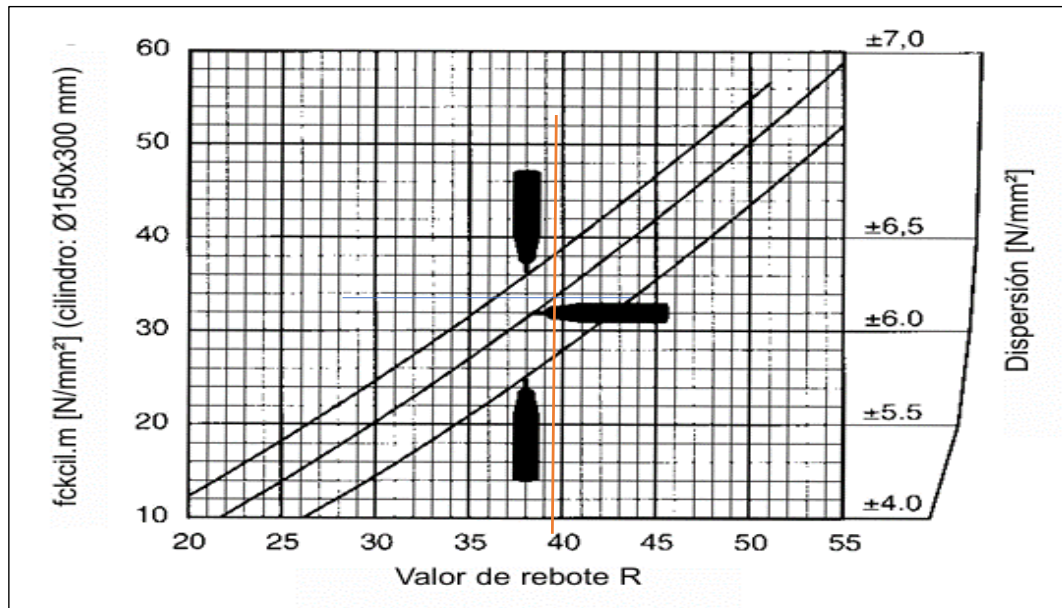


Tabla 19

Factores de corrección por profundidad de carbonatación y tiempo de construcción

Tiempo (años)	Profundidad (mm)	Profundidad (cm)	Factor de Corrección
0,5	3,13	0,31	0,9700
1,0	6,25	0,63	0,9622
2,0	12,50	1,25	0,9200
3,0	18,75	1,88	0,8772
4,0	25,00	2,50	0,8400
5,0	31,25	3,13	0,7948
6,0	37,50	3,75	0,7600
7,0	43,75	4,38	0,7248
8,0	50,00	5,00	0,6800
9,0	56,25	5,63	0,6422
10 o más	62,50	6,25	0,6200

Fuente: SanJuan, 2013



PROYECTO: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024"

PROPIETARIO DE LA VIVIENDA: Rondinel Espinoza
 FECHA DE MUESTREO : 27/01/2025
 TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN : 5 años

DISEÑO: 175 kg/cm²

Elemento	Edad del concreto	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Características de la superficie	Tipo de martillo y serie	Fecha ultima de verificacion	Orientacion	Rebote												Rebote promedio	Dureza elastica (N/mm ²)	Dureza elastica (kg/cm ²)	Factor de correccion	Resistencia corregida (kg/cm ²)	
							28	28	28	27	28	26	27	30	29	29	28	30						27
C-1	N/A	210	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	28	28	27	28	26	27	30	29	29	28	30	27	28.17	22	224.34	0.7948	178.30
C-2	N/A	210	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	30	27	28	28	30	29	29	29	28	30	27	28.58	22.5	229.44	0.7948	182.36	
V-1	N/A	210	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	30	30	28	27	28	28	29	29	26	27	30	30	28.50	24.5	249.83	0.7948	198.57	
V-2	N/A	210	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	27	32	32	29	27	28	30	29	29	30	29	30	29.33	24.7	251.87	0.7948	200.19	
Losa aligerada	N/A	211	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Vertical	28	26	29	27	26	26	28	29	26	26	27	30	27.33	26	265.13	0.7948	210.72	
Losa aligerada	N/A	212	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Vertical	28	26	26	27	28	27	26	26	27	25	28	26	26.67	24.5	249.83	0.7948	198.57	

Curvas de conversión, martillo para ensayos de hormigón modelo N/NR

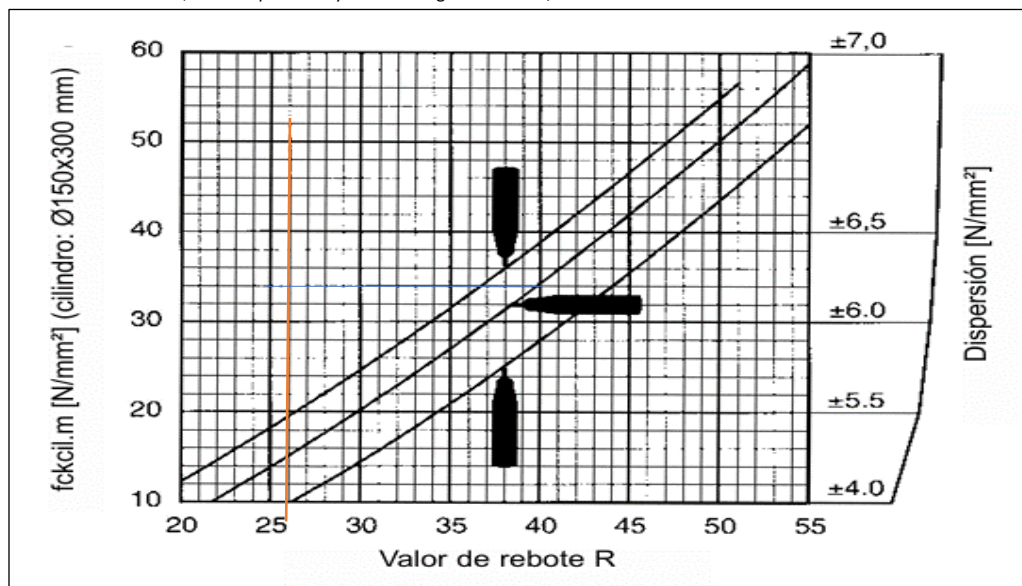


Tabla 19

Factores de corrección por profundidad de carbonatación y tiempo de construcción

Tiempo (años)	Profundidad (mm)	Profundidad (cm)	Factor de Corrección
0,5	3,13	0,31	0,9700
1,0	6,25	0,63	0,9622
2,0	12,50	1,25	0,9200
3,0	18,75	1,88	0,8772
4,0	25,00	2,50	0,8400
5,0	31,25	3,13	0,7948
6,0	37,50	3,75	0,7600
7,0	43,75	4,38	0,7248
8,0	50,00	5,00	0,6800
9,0	56,25	5,63	0,6422
10 o más	62,50	6,25	0,6200

Fuente: SanJuan, 2013



PROYECTO: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024"

PROPIETARIO DE LA VIVIENDA: Delfina Auqui
 FECHA DE MUESTREO : 27/01/2025
 TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN : 4 años

DISEÑO: 175 kg/cm²

De la estructura				Del esclerometro			Del ensayo en campo																		
Elemento	Edad del concreto	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Características de la superficie	Tipo de martillo y serie	Fecha ultima de verificacion	Orientacion	Rebote														Rebote promedio	Dureza elastica (N/mm ²)	Dureza elastica (kg/cm ²)	Factor de correccion	Resistencia corregida (kg/cm ²)
C-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	26	28	28	27	26	28	27	26	26	30	28	29	27.42	20.2	205.98	0.840	173.03		
C-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	25	28	25	26	28	26	30	30	25	26	30	29	27.33	20	203.94	0.840	171.31		
V-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	30	28	26	26	29	28	26	30	26	28	25	27.50	21	214.14	0.840	179.88		
V-2	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	29	26	26	28	30	28	29	28	27	27	28	27	27.75	21.1	215.16	0.840	180.74		
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Vertical	30	33	33	30	34	33	31	33	40	28	30	31	32.17	20	203.94	0.840	171.31		
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC3-A Test Hammer	27/01/2025	Vertical	33	31	34	29	33	33	34	32	34	33	33	34	32.75	21	214.14	0.840	179.88		

Curvas de conversión, martillo para ensayos de hormigón modelo N/NR

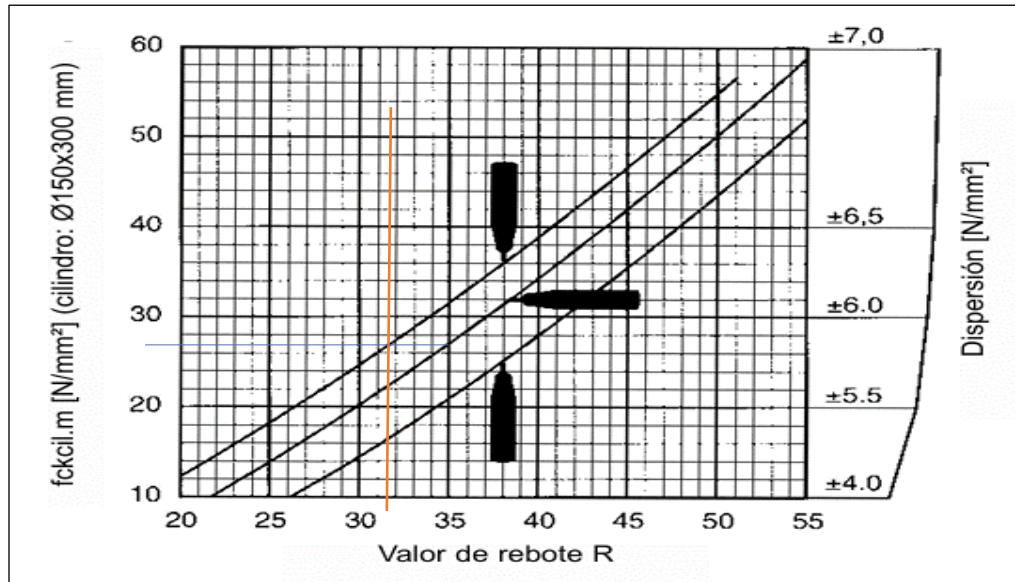


Tabla 19

Factores de corrección por profundidad de carbonatación y tiempo de construcción

Tiempo (años)	Profundidad (mm)	Profundidad (cm)	Factor de Corrección
0,5	3,13	0,31	0,9700
1,0	6,25	0,63	0,9622
2,0	12,50	1,25	0,9200
3,0	18,75	1,88	0,8772
4,0	25,00	2,50	0,8400
5,0	31,25	3,13	0,7948
6,0	37,50	3,75	0,7600
7,0	43,75	4,38	0,7248
8,0	50,00	5,00	0,6800
9,0	56,25	5,63	0,6422
10 o más	62,50	6,25	0,6200

Fuente: SanJuan, 2013



PROYECTO: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024"

PROPIETARIO DE LA VIVIENDA: Rolando Robles
 FECHA DE MUESTREO : 27/01/2025
 TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN : 4 años

Rolando Robles
 27/01/2025
 4 años

DISEÑO: 175 kg/cm²

De la estructura				Del esclerometro			Del ensayo en campo																		
Elemento	Edad del concreto	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Características de la superficie	Tipo de martillo y serie	Fecha ultima de verificacion	Orientacion	Rebote														Rebote promedio	Dureza elastica (N/mm ²)	Dureza elastica (kg/cm ²)	Factor de correccion	Resistencia corregida (kg/cm ²)
C-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	29	26	28	27	27	26	26	28	27	28	27	27	27.25	21	214.14	0.84	179.88	
C-2	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	26	30	28	26	27	29	27	28	26	28	29	30	27.83	21.5	219.24	0.84	184.16		
V-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	29	29	30	28	29	27	28	27	29	28	27	28	28.25	22	224.34	0.84	188.44		
V-2	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	30	29	26	30	26	28	27	28	28	30	27	28.08	22	224.34	0.84	188.44		
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Vertical	28	30	26	28	30	28	29	30	27	26	29	30	28.42	22.1	225.36	0.84	189.30		
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Vertical	27	30	29	28	29	28	27	27	28	29	28	28	28.17	22	224.34	0.84	188.44		

Curvas de conversión, martillo para ensayos de hormigón modelo N/NR

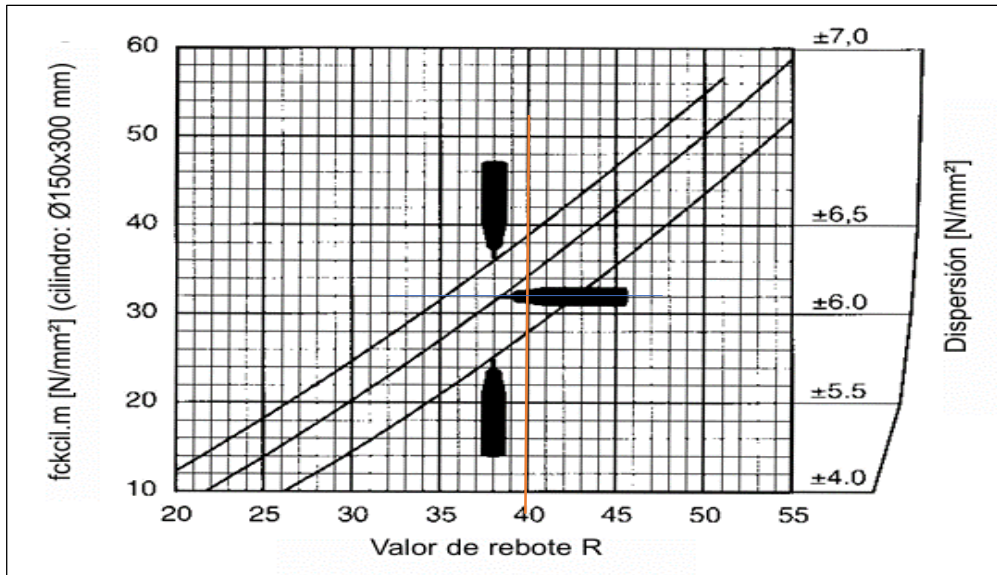


Tabla 19

Factores de corrección por profundidad de carbonatación y tiempo de construcción

Tiempo (años)	Profundidad (mm)	Profundidad (cm)	Factor de Corrección
0,5	3,13	0,31	0,9700
1,0	6,25	0,63	0,9622
2,0	12,50	1,25	0,9200
3,0	18,75	1,88	0,8772
4,0	25,00	2,50	0,8400
5,0	31,25	3,13	0,7948
6,0	37,50	3,75	0,7600
7,0	43,75	4,38	0,7248
8,0	50,00	5,00	0,6800
9,0	56,25	5,63	0,6422
10 o más	62,50	6,25	0,6200

Fuente: SanJuan, 2013



PROYECTO: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024"

PROPIETARIO DE LA VIVIENDA: Edgar Conde
 FECHA DE MUESTREO : 27/01/2025
 TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN : 5 años

DISEÑO: 175 kg/cm²

De la estructura				Del esclerometro			Del ensayo en campo																				
Elemento	Edad del concreto	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Características de la superficie	Tipo de martillo y serie	Fecha ultima de verificacion	Orientacion	Rebote									Rebote promedio	Dureza elastica (N/mm ²)	Dureza elastica (kg/cm ²)	Factor de correccion	Resistencia corregida (kg/cm ²)							
C-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	28	29	28	27	30	27	29	29	28	27	28	27	28	27	28	28	28.08	22	224.34	0.795	178.30
C-2	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	27	29	28	27	28	27	30	30	29	27	26	28	28	28	28	28	28.00	22	224.34	0.795	178.30
V-1	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	27	31	30	28	26	26	31	30	27	31	30	28	28	28	28	28	28.75	23	234.54	0.795	186.41
V-2	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Horizontal	32	28	27	26	30	31	31	29	27	27	28	28	28	28	28	28	28.67	23	234.54	0.795	186.41
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Vertical	27	25	26	27	25	26	27	25	25	26	28	26	26	26	26	26	26.08	24	244.73	0.795	194.51
Losa aligerada	N/A	175	Pulida c/p. abrasiva	ZC2-A Test Hammer	27/01/2025	Vertical	28	26	28	25	25	28	29	27	25	26	28	24	24	24	24	24	26.58	25	254.93	0.795	202.62

Curvas de conversión, martillo para ensayos de hormigón modelo N/NR

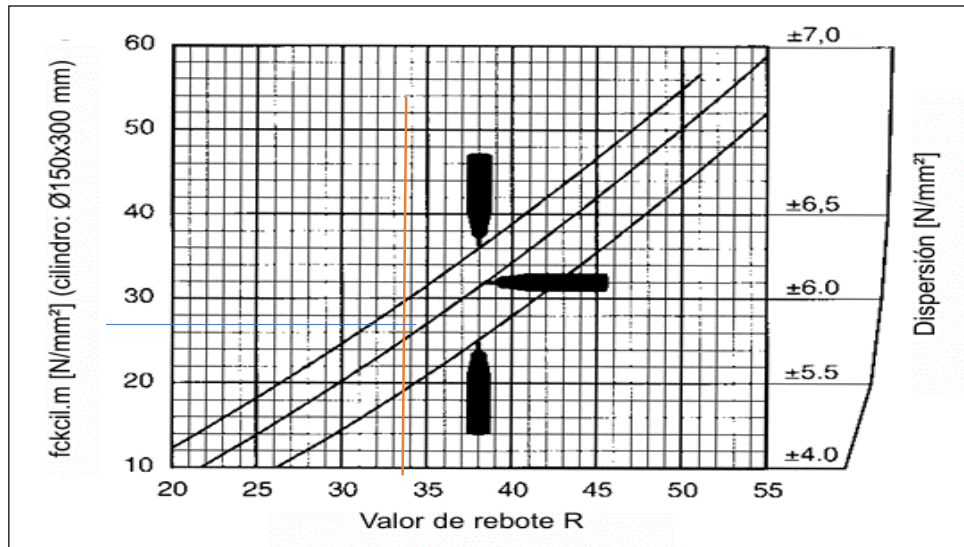


Tabla 19

Factores de corrección por profundidad de carbonatación y tiempo de construcción

Tiempo (años)	Profundidad (mm)	Profundidad (cm)	Factor de Corrección
0,5	3,13	0,31	0,9700
1,0	6,25	0,63	0,9622
2,0	12,50	1,25	0,9200
3,0	18,75	1,88	0,8772
4,0	25,00	2,50	0,8400
5,0	31,25	3,13	0,7948
6,0	37,50	3,75	0,7600
7,0	43,75	4,38	0,7248
8,0	50,00	5,00	0,6800
9,0	56,25	5,63	0,6422
10 o más	62,50	6,25	0,6200

Fuente: SanJuan, 2013

RESUMEN DE DUREZA ESTRUCTURAL (MARTILLO DE REBOTE)



PROYECTO: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024"

CUADRO DE RESUMEN DE LA DUREZA ESTRUCTURAL CON LA CORRECCION DE CARBONATACIÓN

N° muestra	Estructura	Promedio del N° golpes	Dureza estructural (esclerometro)(kg/cm2)	Factor de correcion carbonatación	Dureza estructural (kg/cm2)	Diseño kg/cm2	VALOR PROCENTUAL (esclerometro)
1	P-01 COLUMNA VUEC	26.4	193.7468	0.970	187.93	175	110.71
2	P-02 COLUMNA VUEC	27.0	205.98344	0.970	199.80	175	117.70
3	P-03 VIGA VUEC	26.8	193.7468	0.970	187.93	175	110.71
4	P-04 VIGA VUEC	27.8	203.944	0.970	197.83	175	116.54
5	D-05 LOSA ALIGERADA VUEC	26.8	205.98344	0.970	199.80	175	117.70
6	D-06 LOSA ALIGERADA VUEC	27.3	207.00316	0.970	200.79	175	118.29
7	P-07 COLUMNA VUNA	26.25	203.944	0.84	171.31	175	116.54
8	P-08 COLUMNA VUNA	27.42	205.98344	0.84	173.03	175	117.70
9	P-09 VIGA VUNA	27.33	214.1412	0.84	179.88	175	122.37
10	P-10 VIGA VUNA	28.33	224.3384	0.84	188.44	175	128.19
11	D-11 LOSA ALIGERADA VUNA	28.50	229.437	0.84	192.73	175	131.11
12	D-12 LOSA ALIGERADA VUNA	28.08	226.37784	0.84	190.16	175	129.36
13	P-13 COLUMNA VUWR	27.2	203.94	0.88	178.90	175	116.54
14	P-14 COLUMNA VUWR	27.1	204.96	0.88	179.79	175	117.12
15	P-15 VIGA VUWR	27.8	216.18	0.88	189.63	175	123.53
16	P-16 VIGA VUWR	27.5	214.14	0.88	187.84	175	122.37
17	P-17 LOSA ALIGERADA VUWR	32.7	220.26	0.88	193.21	175	125.86
18	P-18 LOSA ALIGERADA VUWR	33.3	222.30	0.88	195.00	175	127.03
19	P-19 COLUMNA VFGC	27.1	203.944	0.84	171.31	175	116.54
20	P-20 COLUMNA VFGC	27.2	204.96372	0.84	172.17	175	117.12
21	P-21 VIGA VFGC	27.7	216.18064	0.84	181.59	175	123.53
22	P-22 VIGA VFGC	27.8	217.20036	0.84	182.45	175	124.11
23	D-23 LOSA ALIGERADA VFGC	24.2	224.3384	0.84	188.44	175	128.19
24	D-24 LOSA ALIGERADA VFGC	24.5	223.31868	0.84	187.59	175	127.61
25	P-25 COLUMNA VFRE	28.2	224.3384	0.7948	178.30	175	128.19
26	P-26 COLUMNA VFRE	28.6	229.437	0.7948	182.36	175	131.11
27	P-27 VIGA VFRE	28.5	249.8314	0.7948	198.57	175	142.76
28	P-28 VIGA VFRE	29.3	251.87084	0.7948	200.19	175	143.93
29	D-29 LOSA ALIGERADA VFRE	27.3	265.1272	0.7948	210.72	175	151.50
30	D-30 LOSA ALIGERADA VFRE	26.7	249.8314	0.7948	198.57	175	142.76
31	P-31 COLUMNA VFPA	27.4	205.98344	0.84	173.03	175	117.70
32	P-32 COLUMNA VFPA	27.3	203.944	0.84	171.31	175	116.54
33	P-33 VIGA VFPA	27.5	214.1412	0.84	179.88	175	122.37
34	P-34 VIGA VFPA	27.8	215.16092	0.84	180.74	175	122.95
35	D-35 LOSA ALIGERADA VFDA	32.2	203.944	0.84	171.31	175	116.54
36	D-36 LOSA ALIGERADA VFDA	32.8	214.1412	0.84	179.88	175	122.37
37	P-37 COLUMNA VFRR	27.3	214.1412	0.84	179.88	175	122.37
38	P-38 COLUMNA VFRR	27.8	219.2398	0.84	184.16	175	125.28
39	P-39 VIGA VFRR	28.3	224.3384	0.84	188.44	175	128.19
40	P-40 VIGA VFRR	28.1	224.3384	0.84	188.44	175	128.19
41	D-41 LOSA ALIGERADA VFRR	28.4	225.35812	0.84	189.30	175	128.78
42	D-42 LOSA ALIGERADA VFRR	28.2	224.3384	0.84	188.44	175	128.19
43	P-43 COLUMNA VFEC	28.1	224.34	0.795	178.30	175	128.19
44	P-44 COLUMNA VFEC	28.0	224.34	0.795	178.30	175	128.19
45	P-45 VIGA VFEC	28.8	234.54	0.795	186.41	175	134.02
46	P-46 VIGA VFEC	28.7	234.54	0.795	186.41	175	134.02
47	D-47 LOSA ALIGERADA VFEC	26.1	244.73	0.795	194.51	175	139.85
48	D-48 LOSA ALIGERADA VFEC	26.6	254.93	0.795	202.62	175	145.67
	PROMEDIO	27.9	220.07		186.41	175	125.75

VARIACIÓN DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL EN COLUMNAS



PROYECTO: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024"

COMPARACION DE DATOS							
N°	Estructura	Resistencia ensayo diamantino	Numero de Rebote	Dureza martillo de rebote (kg/cm2)	Correlacion de resistencia de concreto nE rebote	VARIACION correlacion -resistencia corazon diamantino	VARIACION (KG/CM2) resistencia martillo con resistencia diamantino
1	D-01 COLUMNA VUEC	173.6	26.4	187.9	173.9	0.3	14.3
2	D-02 COLUMNA VUEC	177.1	27.0	199.8	177.8	0.7	22.7
3	D-07 COLUMNA VUNA	170.8	26.25	171.3	172.8	2.0	0.5
4	D-08 COLUMNA VUNA	169.3	27.42	173.0	180.5	11.2	3.7
5	D-13 COLUMNA VUWR	173.5	27.2	178.9	178.9	5.4	5.4
6	D-14 COLUMNA VUWR	176.1	27.1	179.8	178.3	2.2	3.7
7	D-19 COLUMNA VFGC	170.1	27.1	171.3	178.3	8.2	1.2
8	D-20 COLUMNA VFGC	171.7	27.2	172.2	178.9	7.2	0.5
9	D-25 COLUMNA VFRE	177.9	28.2	178.3	185.5	7.6	0.4
10	D-26 COLUMNA VFRE	181.2	28.6	182.4	188.2	7.0	1.2
11	D-31 COLUMNA VFDA	171.1	27.4	173.0	180.5	9.4	1.9
12	D-32 COLUMNA VFDA	170.9	27.3	171.3	180.0	9.1	0.4
13	D-37 COLUMNA VFRR	180.9	27.3	179.9	179.4	-1.5	-1.0
14	D-38 COLUMNA VFRR	184	27.8	184.2	183.3	-0.7	0.2
15	D-43 COLUMNA VFEC	174.3	28.1	178.3	184.9	10.6	4.0
16	D-44 COLUMNA VFEC	179.4	28.0	178.3	184.4	5.0	-1.1
PROMEDIO						5.23	3.63

VARIACION	COLUMNA
Variacion resistencia martillo de rebote - resistencia corazon diamantinos	3.6
Variacion de resistencia de correlacion numero de rebotes con resistencia diamantino	5.2

VARIACIÓN DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL EN VIGAS



PROYECTO: “Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024”

COMPARACION DE DATOS							
Nº	Estructura	Resistencia ensayo dimantino	Numero de Rebote	Dureza martillo de rebote (kg/cm2)	Correlacion de resistencia de concreto nE rebote	Variación correlacion - resistencia corazon diamantino	Variación (KG/CM2) resistencia martillo con resistencia dimantino
1	D-03 VIGA VUEC	193.8	26.8	187.9	176.7	-17.1	-5.9
2	D-04 VIGA VUEC	196.6	27.8	197.8	183.3	-13.3	1.2
3	D-09 VIGA VUNA	187.2	27.33	179.9	180.0	-7.2	-7.3
4	D-10 VIGA VUNA	188.3	28.33	188.4	186.6	-1.7	0.1
5	D-15 VIGA VUWR	187.5	27.8	189.6	182.7	-4.8	2.1
6	D-16 VIGA VUWR	187.2	27.5	187.8	181.1	-6.1	0.6
7	D-21 VIGA VFGC	180.7	27.7	181.6	182.2	1.5	0.9
8	D-22 VIGA VFGC	181.5	27.8	182.4	182.7	1.2	0.9
9	D-27 VIGA VFRE	198.4	28.5	198.6	187.7	-10.7	0.2
10	D-28 VIGA VFRE	199.3	29.3	200.2	193.1	-6.2	0.9
11	D-33 VIGA VFDA	177.5	27.5	179.9	181.1	3.6	2.4
12	D-34 VIGA VFDA	177.4	27.8	180.7	182.7	5.3	3.3
13	D-39 VIGA VFRR	186.9	28.3	188.4	186.0	-0.9	1.5
14	D-40 VIGA VFRR	185.4	28.1	188.4	184.9	-0.5	3.0
15	D-45 VIGA VFEC	190.7	28.8	186.4	189.3	-1.4	-4.3
16	D-46 VIGA VFEC	191	28.7	186.4	188.7	-2.3	-4.6
PROMEDIO						-3.8	-0.3

Variación	Viga
Variacion resistencia martillo de rebote - resistencia corazon diamantinos	-0.3
Variacion de resistencia de correlacion numero de rebotes con resistencia diamantino	-3.8

VARIACIÓN DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL EN LOSA ALIGERADA



PROYECTO: “Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024”

COMPARACION DE DATOS							
N°	Estructura	Resistencia ensayo dimantino	Numero de Rebote	Dureza martillo de rebote (kg/cm2)	Correlacion de resistencia de concreto nE rebote	Variación correlacion - resistencia corazon diamantino	Variación (kg/cm2) resistencia martillo con resistencia dimantino
1	D-05 LOSA ALIGERADA VUEC	197.7	26.8	199.8	176.7	-21.0	2.1
2	D-06 LOSA ALIGERADA VUEC	199.2	27.3	200.8	179.4	-19.8	1.6
3	D-11 LOSA ALIGERADA VUNA	190.7	28.50	192.7	187.7	-3.0	2.0
4	D-12 LOSA ALIGERADA VUNA	192.1	28.08	190.2	184.9	-7.2	-1.9
5	D-17 LOSA ALIGERADA VUWR	191.4	32.7	193.2	215.1	23.7	1.8
6	D-18 LOSA ALIGERADA VUWR	193.2	33.3	195.0	219.5	26.3	1.8
7	D-23 LOSA ALIGERADA VFGC	186.5	24.2	188.4	159.1	-27.4	1.9
8	D-24 LOSA ALIGERADA VFGC	181.5	24.5	187.6	161.3	-20.2	6.1
9	D-29 LOSA ALIGERADA VFRE	196.9	27.3	210.7	180.0	-16.9	13.8
10	D-30 LOSA ALIGERADA VFRE	197	26.7	198.6	175.6	-21.4	1.6
11	D-35 LOSA ALIGERADA VFDA	176.2	32.2	171.3	211.8	35.6	-4.9
12	D-36 LOSA ALIGERADA VFDA	177.9	32.8	179.9	215.6	37.7	2.0
13	D-41 LOSA ALIGERADA VFRR	189.5	28.4	189.3	187.1	-2.4	-0.2
14	D-42 LOSA ALIGERADA VFRR	188.1	28.2	188.4	185.5	-2.6	0.3
15	D-47 LOSA ALIGERADA VFEC	190.5	26.1	194.5	171.7	-18.8	4.0
16	D-48 LOSA ALIGERADA VFEC	191.4	26.6	202.6	175.0	-16.4	11.2
PROMEDIO						-3.36	2.71

Variación	Columna	Viga	Losa Aligerada	Promedio Absoluto
Variacion resistencia martillo de rebote -resistencia corazon diamantinos	3.63	-0.3	2.7	1.54
Variacion de resistencia de correlacion numero de rebotes con resistencia dimantino	5.23	-3.8	-3.4	3.92

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**
Bach. MARIA LUZ RONDINEL ROBLES**R.D. N° 171-2025-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los veinticinco días del mes de julio del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el M.Sc. Federico Quicaño Suárez, Mtro. Richard Alex Oscco Peceros como asesor, Ing. Eduardo Pacori Quispe y el Mg. Oscar Guido Rivera Ynouye; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista - Ayacucho, 2024," para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agrícola, presentado por la Bachiller **MARIA LUZ RONDINEL ROBLES**.


El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Federico Quicaño Suárez	15	15	15	15
Mtro. Richard Alex Oscco Peceros	16	16	16	16
Ing. Eduardo Pacori Quispe	17	17	17	17
Mg. Oscar Guido Rivera Ynouye	13	12	15	13
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
M.Sc. Federico Quicaño Suárez
Presidente


.....
Mtro. Richard Alex Oscco Peceros
Asesor


.....
Ing. Eduardo Pacori Quispe
Jurado


.....
Mg. Oscar Guido Rivera Ynouye
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por R.D. N° 226-2025-UNSCH-FCA-D, de fecha 19 de agosto de 2025; hace constar que el trabajo titulado;

“Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024”

Autor : Maria Luz Rondinel Robles

Asesor : Richard Alex Oscoco Peceres

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de Tesis, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de dieciséis por ciento (**16 %**) de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2753868757

Ayacucho, 17 de setiembre de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación - Tesis - FCA

“Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024”

por Maria Luz Rondinel Robles

Fecha de entrega: 17-sept-2025 12:50p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2753868757

Nombre del archivo: María_DOCUMENTO_ORIGINAL_OF.pdf (19.88M)

Total de palabras: 23221

Total de caracteres: 122430

“Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024”

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

4%

2

repositorio.ujcm.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

pdfcookie.com

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

es.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

6

vsip.info

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

10

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

<1%

11

www.dagasl.es

Fuente de Internet

<1%

12

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

13

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1%

14	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	<1 %
15	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Instituto Tecnológico de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
18	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Politécnica del Perú Trabajo del estudiante	<1 %
20	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	www.cip.org.pe Fuente de Internet	<1 %
23	html.pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
24	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
25	research.unl.pt Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to tec Trabajo del estudiante	<1 %
27	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

“Evaluación de resistencia a la compresión del concreto mediante ensayo de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares, San Juan Bautista - Ayacucho, 2024”

“Evaluation of Concrete Compressive Strength through Core Testing and Rebound Hammer Test in Single-Family Dwellings, San Juan Bautista – Ayacucho, 2024”

Maria Luz Rondinel Robles¹ maria.rondinel.21@unsch.edu.pe
Richard Alex Oscoco Peceres² richard.oscco@unsch.edu.pe

Resumen:

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar el cumplimiento de la resistencia a la compresión del concreto en elementos estructurales de ocho viviendas unifamiliares ubicadas en el distrito de San Juan Bautista, Ayacucho, mediante la aplicación de ensayos destructivos (extracción de testigos con broca diamantina) y no destructivos (esclerometría). Se analizaron un total de 48 muestras obtenidas de columnas, vigas y losas aligeradas, con el objetivo de comparar los resultados obtenidos por ambos métodos frente al valor de diseño estipulado. Los ensayos destructivos arrojaron un valor promedio de 182.31 kg/cm², superando en 4.31 % el valor de diseño de 175 kg/cm². Por su parte, los ensayos con esclerómetro registraron un promedio de 220.10 kg/cm², superando dicho valor en un 25.75 %. Ambos resultados evidencian que el concreto empleado cumple con los requerimientos mínimos establecidos por la Norma Técnica Peruana E.060. Además, el análisis estadístico mostró una alta correlación lineal entre ambos métodos, con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.9946$, lo cual demuestra la consistencia y confiabilidad del modelo matemático de correlación utilizado. Las variaciones observadas fueron mínimas: ± 3.94 kg/cm² en los ensayos de laboratorio y ± 1.52 kg/cm² en el modelo de correlación. En conclusión, se determina que ambos métodos de evaluación son efectivos y complementarios para la verificación de la resistencia de la concreta in situ, contribuyendo a garantizar la seguridad estructural de las edificaciones analizadas.

Palabra clave: Resistencia a la compresión, ensayo destructivo, ensayo no destructivo.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the compliance of concrete compressive strength in structural elements of eight single-family homes located in the district of San Juan Bautista, Ayacucho, through the application of destructive (core extraction with diamond drill) and non-destructive (rebound hammer) testing methods. A total of 48 samples were analyzed from columns, beams, and lightweight slabs, aiming to compare the results obtained by both methods against the specified design value. The destructive tests yielded an average compressive strength of 182.31 kg/cm², exceeding the design value of 175 kg/cm² by 4.31%. Meanwhile, the rebound hammer tests recorded an average of 220.10 kg/cm², surpassing the design value by 25.75%. Both results indicate that the concrete used meets the minimum requirements established by the Peruvian Technical Standard E.060. Additionally, statistical analysis revealed a high linear correlation between both methods, with a coefficient of determination of $R^2 = 0.9946$, demonstrating the consistency and reliability of the applied correlation model. The observed variations were minimal: ± 3.94 kg/cm² in laboratory tests and ± 1.52 kg/cm² in the correlation model. In conclusion, both evaluation methods are determined to be effective and complementary for verifying the in-situ compressive strength of concrete, contributing to the structural safety of the analyzed buildings.

Keywords: Compressive strength, destructive test, non-destructive test.

INTRODUCCIÓN

Según la ONU (2018), el crecimiento urbano global está estrechamente ligado al aumento de la población. Se proyecta que para el año 2050, alrededor del 68% de la población mundial residirá en zonas urbanas, lo que implica un incremento del 13%. Este proceso dependerá en gran medida de que se logre un desarrollo sostenible en cada región, especialmente en aquellos países con limitaciones económicas, donde se está priorizando la reducción del impacto ambiental para mejorar las condiciones de vida.

El crecimiento poblacional está impulsando una migración constante de áreas rurales hacia las ciudades, lo que provoca un aumento en la densidad urbana. Este cambio ha llevado a que se dé mayor prioridad a las zonas residenciales, relegando los espacios verdes. De acuerdo con Soto-Cortés (2015), ciudades como Pekín, Ciudad de México y São Paulo enfrentan serias dificultades debido a una expansión urbana desordenada, lo cual se refleja en una escasa valoración del entorno ambiental y en la disminución de la calidad de vida. En países en vías de desarrollo, este problema persiste debido al constante crecimiento poblacional y a la falta de atención adecuada al impacto ambiental dentro de sus procesos económicos.

En América, el crecimiento poblacional impacta significativamente en el ámbito económico y social. Según Carreño et al. (2018), en Latinoamérica este fenómeno está influenciado por factores económicos, geográficos y sociales, siendo clave la búsqueda

de nuevos espacios para vivir y desarrollar actividades comerciales. Las grandes ciudades con un desarrollo urbano más sostenible resultan atractivas para quienes migran en busca de mejor calidad de vida y bienestar económico.

En Centroamérica, se proyecta que las principales ciudades incrementarán su densidad poblacional en un 15% en las próximas décadas. Capitales como la de Guatemala están en constante expansión debido a la creciente demanda de espacios habitacionales. En Honduras, la expansión desordenada de su metrópoli hacia las periferias dificulta la planificación urbana, especialmente en lo referente a la provisión de servicios básicos (García et al., 2018).

En este contexto, la tecnología juega un papel clave en el análisis y solución de estos desafíos. Cano Salinas et al. (2017) utilizaron imágenes satelitales para estudiar la expansión urbana en Hidalgo, México, identificando cambios en el uso del suelo y el impacto ambiental generado. Estos estudios permiten comprender mejor el crecimiento territorial y proponer medidas de planificación para un desarrollo urbano más ordenado y sostenible.

En el Perú, el crecimiento territorial responde principalmente a la necesidad de contar con espacios habitables. Ante la escasez de terrenos urbanos, muchos pobladores modifican el uso del suelo, transformando tierras agrícolas en áreas urbanas. Según Flores y Said (2019), esta dinámica se vio impulsada por la Ley N.º 26505, que permite inversiones estatales en terrenos colindantes y facilita la

construcción de viviendas mediante el cambio de uso de suelo. Como respuesta, algunas provincias están promoviendo conjuntos habitacionales con arquitectura vertical sustentable.

Sin embargo, un desafío clave es garantizar condiciones adecuadas de habitabilidad. A nivel nacional, muchas urbanizaciones jóvenes carecen de servicios básicos como agua potable, saneamiento y zonas residenciales planificadas, lo que afecta directamente la calidad de vida. Esto se agrava por el rápido crecimiento poblacional, especialmente por la migración interna, que empuja a las personas a asentarse en zonas periféricas sin infraestructura adecuada (Espinoza & Fort, 2017).

Por otro lado, la industria de la construcción en el país ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, convirtiéndose en uno de los sectores con mayor generación de empleo. Este dinamismo ha incrementado la demanda de materiales como el concreto, ampliamente utilizado por su resistencia, durabilidad y versatilidad. En obras civiles —como viviendas, edificios, canales y puentes—, la resistencia a la compresión del concreto es clave para garantizar la calidad estructural.

A nivel regional, el departamento de Ayacucho experimentó un proceso significativo de expansión territorial a raíz del conflicto armado interno ocurrido en los años 80. Según la Subgerencia de Planeamiento Urbano y Catastro (2018), tras el fin de la violencia,

muchos pobladores que se habían desplazado a Lima retornaron, mientras que otros, provenientes de zonas rurales afectadas, se establecieron permanentemente en la ciudad de Huamanga. Esta migración provocó un crecimiento urbano desordenado, con la ocupación de laderas de alto riesgo, áreas arqueológicas y terrenos agrícolas.

La necesidad de vivienda llevó a que muchas familias se asentaran en suelos no aptos para uso urbano, incluyendo zonas protegidas como patrimonio cultural. Como señala Gutiérrez (2015), este fenómeno generó una transformación del espacio urbano en Ayacucho, caracterizada por el cambio de uso del suelo y la aparición de nuevas urbanizaciones. En varios casos, estas viviendas adoptaron elementos arquitectónicos coloniales como parte de un intento por integrarse al entorno histórico de la ciudad, aunque surgieron principalmente como respuesta a la demanda habitacional generada por el crecimiento poblacional.

No obstante, un problema estructural persistente en el ámbito local, particularmente en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, radica en que un elevado porcentaje de viviendas unifamiliares han sido construidas sin la supervisión de profesionales especializados, delegando la ejecución a maestros de obra o albañiles empíricos. Esta práctica, común en procesos de autoconstrucción, ha generado múltiples deficiencias en la calidad del concreto utilizado. En la mayoría de los casos, no se ha seguido un control adecuado en las etapas

críticas de producción del concreto, como el diseño de mezcla, la dosificación precisa de materiales, el mezclado homogéneo, el transporte oportuno, la correcta colocación en encofrados, la compactación eficiente ni el curado necesario para garantizar su desarrollo de resistencia. Como consecuencia, los elementos estructurales (vigas, columnas y losas) presentan una resistencia mecánica por debajo de la especificada en los planos de diseño y en las normas técnicas peruanas, lo que compromete seriamente la estabilidad estructural de las edificaciones y pone en riesgo la seguridad de sus ocupantes, especialmente frente a eventos sísmicos, comunes en esta región del país.

En este contexto, resulta fundamental realizar una evaluación precisa de la resistencia real del concreto en los elementos estructurales de las edificaciones. Para ello, se recurre a métodos de evaluación tanto destructivos como no destructivos, siendo los más representativos el ensayo de extracción de testigos cilíndricos mediante perforación diamantina, conforme a la norma NTP 339.059, y el ensayo de esclerometría, de acuerdo con la norma NTP 339.181. El presente estudio se desarrolló en viviendas unifamiliares del distrito de San Juan Bautista durante el año 2024, aplicando un enfoque cuantitativo y comparativo. Los resultados obtenidos permitirán determinar si los elementos estructurales analizados cumplen con los niveles mínimos de resistencia exigidos por la normativa, así como orientar la toma de decisiones para posibles intervenciones técnicas correctivas o de refuerzo estructural.

Para alcanzar los fines propuestos en esta investigación, se ha formulado el siguiente objetivo general: Evaluar y comparar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, utilizando ensayos de extracción de testigos con núcleos diamantinos y esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

I. METODOLOGIA

1.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

1.1.1 Técnicas

- Parte experimental y Observación

1.1.2 Reglamentos

- ASTM C805M-13a: Método Estándar del Número de rebote en concreto endurecido.
- NTP 339.181: Método de ensayo para determinar el número de rebote del hormigón (concreto) endurecido (esclerometría).
- E.060: Norma técnica de Concreto Armado.
- NTP 339.059: Método de ensayo extracción de corazones diamantinos
- NTP 339.034: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

1.1.3 Instrumentos de Recolección de datos

- Formatos para ensayo con esclerometría o prueba de martillo de rebote
- Medición de la resistencia del concreto con instrumento esclerómetro

- Extracción de núcleos de concreto (diamantina)

1.1.4 Tratamiento estadístico

Se aplicará a la información obtenida el análisis estadístico de datos en

- Correlación: Para determinar el grado de relación lineal entre los valores obtenidos por los dos métodos

II. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales y equipos principales utilizados para crear el trabajo de investigación actual se enumeran a continuación.

2.1.1 Materiales de escritorio

- Laptop
- Imágenes satelitales
- Softwares: Microsoft Office 2010, Google Earth 7.3.1.
- ArcMap
- calendario

2.1.2. Equipos en campo

- Libreta de apuntes
- GPS navegador
- Cámara fotográfica
- Extracción de núcleo de concreto (broca cilíndrica)
- Esclerómetro

2.1.3. Materiales en laboratorio

- Ensayo esclerómetro
- Ensayo de compresión simple (núcleo diamantino)

III. Procedimiento de la investigación

3.1.1. Del objetivo específico 1: Determinar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de extracción de testigos con núcleos diamantinos de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

a) Identificación y selección de viviendas:

- Criterios: tipo de sistema estructural, antigüedad de construcción, accesibilidad, consentimiento de propietarios.
- Número de viviendas: determinado según muestra representativa.

b) Ubicación de elementos estructurales a evaluar:

- Columnas, vigas y losas aligeradas accesibles, sin revestimientos.

c) Extracción de testigos cilíndricos con taladro diamantado:

- Equipos: taladro con broca diamantina (mín. Ø 2 pulgadas).
- Profundidad y longitud mínima según norma NTP 339.059.
- Registro y etiquetado de cada muestra.

d) Curado y transporte de testigos:

- Almacenamiento temporal en condiciones húmedas.
- Transporte al laboratorio en cooler con control de temperatura.

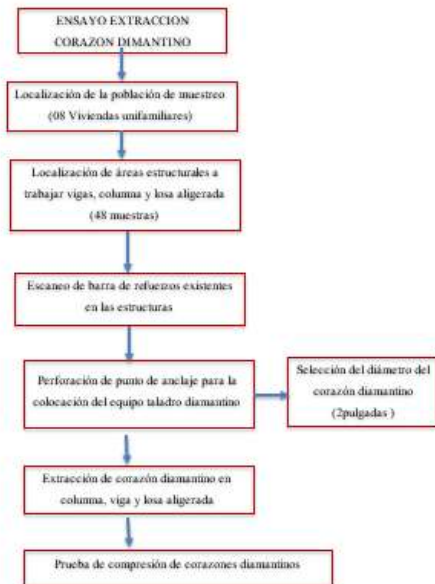
e) Ensayo de compresión de testigos en laboratorio:

- Normas aplicables: ASTM C42/C39.

- Corrección del diámetro si hay irregularidades.

Figura 1

Diagrama de flujo extracción de muestras núcleo



3.1.2. Del objetivo específico 2: Determinar la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

Desarrollo metodológico:

a) Selección de elementos estructurales a evaluar:

- Deben coincidir con los evaluados en el ensayo de extracción (para comparabilidad).

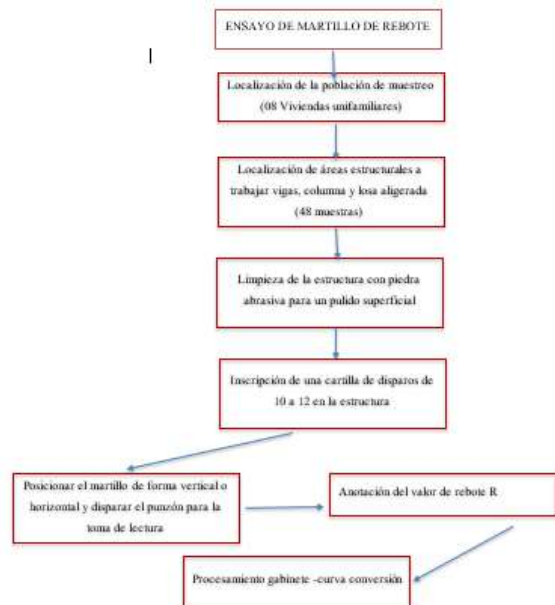
b) Preparación de superficies del concreto:

- Limpieza y remoción de revoques o acabados.
- Lijado o nivelación si es necesario.
- Ejecución del ensayo esclerometría (martillo Schmidt):

- Normas: ASTM C805, NTP 339.144.
- Uso del martillo de rebote tipo N.
- Aplicación de al menos 10 impactos por punto y descarte de valores atípicos.
- Conversión de lecturas a resistencia a compresión:
- Uso de curvas de correlación del fabricante o calibradas con ensayos de extracción (si se cuenta).
- Resultados expresados en MPa cálculo de la dureza estructural.
- Análisis estadístico de resultados:
- Promedio, desviación estándar, variabilidad por tipo de elemento.
- Clasificación de calidad del concreto (baja, media, alta).

Figura 2

Diagrama de flujo ensayo de martillo de rebote



3.1.3. Del Objetivo específico 3 : Comparar la variación de resultados entre los ensayos de extracción de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

a) Consolidación de base de datos:

- Tabulación de resultados de ambos métodos por tipo de elemento y vivienda.

b) Análisis estadístico comparativo:

- Cálculo de media, mediana, desviación estándar.
- Diferencia entre ambos métodos por tipo de elemento (columna, viga, losa).

c) Correlación entre métodos:

- Aplicación de regresión lineal o análisis de correlación (R^2).
- Determinación de grado de aproximación entre métodos.

d) Discusión técnica de resultados:

- Ventajas, limitaciones y aplicabilidad de cada método.
- Recomendaciones para estudios similares o prácticas en campo.

e) Conclusión del grado de confiabilidad de la esclerometría:

- En función del nivel de coincidencia con los resultados del método destructivo (testigos).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

4.1.1. Del objetivo 1: Se determinó la resistencia a la compresión del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de extracción de testigos con núcleos diamantinos.

Para la obtención de corazones diamantinos se realizaron bajo el parámetro de la norma técnica peruana NTP 339.059, las muestras extraídas fueron de columnas, vigas y losa aligerada en diferentes viviendas del distrito de San Juan Bautista con los siguientes resultados.

Tabla 1

Resultados del método no destructivo -extracción con diamantina

Nº	Estructura	Área	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de rotura (Ks)	Fuerza de rotura (Kg)	Relación a la compresión (kg/cm ²)	F'c promedio redondeo
1	D-01 columna	19.95	2	1	33.96	3462.97	173.6	175
2	D-02 columna	19.92	2	1	34.61	3529.25	177.1	
3	D-05 viga	20.17	2	1	38.33	3908.59	193.8	
4	D-04 viga	19.91	2	1	38.38	3913.69	196.6	190
5	D-05 losa aligerada	19.93	2	1	38.64	3940.2	197.7	
6	D-06 losa aligerada	19.9	2	1	38.86	3967.63	199.2	

Nº	Estructura	Área	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de rotura (Ks)	Fuerza de rotura (Kg)	Relación a la compresión (kg/cm ²)	F'c promedio redondeo
1	D-07 columna	19.87	2	1	33.28	3393.63	170.8	170
2	D-08 columna	20.14	2	1	33.43	3406.93	169.3	
3	D-09 viga	19.89	2	1	36.51	3723	187.2	
4	D-10 viga	19.98	2	1	36.89	3761.73	188.3	188
5	D-11 losa aligerada	20.03	2	1	37.48	3819.87	190.7	
6	D-12 losa aligerada	19.9	2	1	37.48	3821.91	192.1	

Nº	Estructura	Área	Relación L/D	Corrección por L/D	Fuerza de rotura (Ks)	Fuerza de rotura (Kg)	Relación a la compresión (kg/cm ²)	F'c promedio redondeo
1	D-13 columna	20.17	2	1	34.33	3500.7	175.5	175
2	D-14 columna	19.91	2	1	34.38	3505.8	176.1	
3	D-15 viga	19.93	2	1	36.64	3736.25	187.5	
4	D-16 viga	19.9	2	1	36.52	3724.02	187.2	187
5	D-17 losa aligerada	19.87	2	1	37.29	3802.54	191.4	
6	D-18 losa aligerada	19.83	2	1	37.57	3831.09	193.2	

4.1.2. Del objetivo específico 2: Se Determino la dureza estructural del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, mediante ensayos de esclerometría.

Se realizó el cálculo de la dureza estructural del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas mediante ensayos de

esclerometría en función a la curva de conversión tenida en el manual del martillo de rebote N, en viviendas unifamiliares del distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

Tabla 2
Método no destructivo ensayo de esclerometría viviendas

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerometría (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
1	P-01 columna	26.4	193.75	0.970	187.95
2	P-02 columna	27.0	205.98	0.970	199.80
3	P-03 viga	26.8	193.75	0.970	187.93
4	P-04 viga	27.8	203.94	0.970	197.83
5	D-05 losa aligerada	26.5	205.98	0.970	199.80
6	D-06 losa aligerada	27.1	207.00	0.970	200.79

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerometría (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
1	P-07 columna	26.25	203.94	0.84	173.31
2	P-08 columna	27.42	205.98	0.84	173.05
3	P-09 viga	27.33	214.14	0.84	179.88
4	P-10 viga	28.33	214.34	0.84	180.44
5	D-10a losa aligerada	28.50	229.44	0.84	192.73
6	D-12 losa aligerada	28.08	226.58	0.84	190.16

N°	Estructura	Promedio N° golpes	Resistencia esclerometría (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
1	P-13 columna	27.2	203.94	0.88	178.90
2	P-14 columna	27.1	204.96	0.88	179.79
3	P-15 viga	27.8	216.18	0.88	189.63
4	P-16 viga	27.5	214.14	0.88	187.84
5	P-17 losa aligerada	32.7	220.26	0.88	193.21
6	P-18 losa aligerada	33.3	222.30	0.88	195.00

4.1.3. Del objetivo específico 3: Se comparó la variación de resultados entre los ensayos de extracción de testigos y esclerometría de viviendas unifamiliares en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, 2024.

Se determinó el análisis estadístico por ambos métodos de ensayo con esclerómetro y extracción de corazones diamantinos.

Se observa el siguiente gráfico de comparación de ambos ensayos.

Gráfico 1
Comparación de ensayos de resistencia ensayo diamantino y esclerometría



Según el gráfico 01 , se observa que la resistencia del concreto obtenida mediante el ensayo de esclerometría se presentó una variación con respecto a la resistencia determinada por el método de extracción de núcleos diamantinos. Esta diferencia evidencia que, aunque existe una alta correlación entre ambos métodos, la esclerometría puede arrojar resultados ligeramente distintos debido a factores como la textura superficial del concreto, tipo de curado , dosificación , temperatura y otros.

4.1.4. Correlación de resistencia de compresión de diamantina con numero de rebotes del martillo.

Se realiza la correlación en función a la resistencia a la compresión obtenida de la extracción de núcleos diamantinos con el número de rebotes del ensayo esclerómetro.

Tabla 4
Correlación de la resistencia de compresión con numero de rebotes vivienda

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Numero de rebote /golpes
1	D-07 columna	170.8	26.25
2	D-08 columna	169.3	27.42
3	D-09 viga	187.2	27.33
4	D-10 viga	188.3	28.33
5	D-11 losa aligerada	190.7	28.50
6	D-12 losa aligerada	192.1	28.08

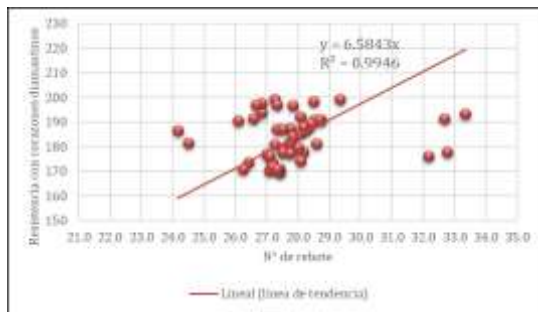
N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Numero de rebote /golpes
1	D-07 columna	170.8	26.25
2	D-08 columna	169.3	27.42
3	D-09 viga	187.2	27.33
4	D-10 viga	188.3	28.33
5	D-11 losa aligerada	190.7	28.50
6	D-12 losa aligerada	192.1	28.08

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm ²)	Numero de rebote /golpes
1	D-13 columna	173.5	27.2
2	D-14 columna	176.1	27.1
3	D-15 viga	187.5	27.8
4	D-16 viga	187.2	27.5
5	D-17 losa aligerada	191.4	32.7
6	D-18 losa aligerada	193.2	33.3

Se realiza el grafico de correlación lineal entre la resistencia de compresión por extracción de núcleos diamantinos (f_c) y el número de rebotes del ensayo de esclerometría.

Gráfico 2

Correlación lineal de los ensayos de resistencia a compresión de núcleos



Se presenta el promedio de la resistencia a compresión obtenido de los ensayos de diamantina y esclerometría con respecto a la resistencia de diseño 175kg/cm2 de las 48 muestras representativas.

Tabla 5

Comparación de la resistencia del concreto núcleo diamantinos vs. Correlación lineal

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm2)	N° rebote	Correlación lineal (kg/cm2)	Variación (kg/cm2)
1	D-01 columna	173.6	26.4	173.9	0.3
2	D-02 columna	177.1	27.0	177.8	0.7
3	D-03 viga	193.8	28.8	176.7	-17.1
4	D-04 viga	196.6	27.8	183.3	-13.3
5	D-05 losa aligerada	197.7	28.8	176.7	-21.0
6	D-06 losa aligerada	199.2	27.3	179.4	-19.8

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm2)	N° rebote	Correlación lineal (kg/cm2)	Variación (kg/cm2)
1	D-07 columna	170.8	26.25	172.8	2.0
2	D-08 columna	169.3	27.42	180.5	11.2
3	D-09 viga	187.2	27.33	180.0	-7.2
4	D-10 viga	188.3	28.33	186.6	-1.7
5	D-11 losa aligerada	190.7	28.50	187.7	-3.0
6	D-12 losa aligerada	192.1	28.08	184.9	-7.2

N°	Estructura	Resistencia con corazones diamantinos (kg/cm2)	N° rebote	Correlación lineal (kg/cm2)	Variación (kg/cm2)
1	D-13 columna	173.5	27.2	178.9	5.4
2	D-14 columna	176.1	27.1	178.3	2.2
3	D-15 viga	187.5	27.8	182.7	-4.8
4	D-16 viga	187.2	27.5	181.1	-6.1
5	D-17 losa aligerada	191.4	32.7	215.1	23.7
6	D-18 losa aligerada	193.2	33.3	219.3	26.3

Se observa el grafico de diferencia significativa en la variación de resistencia de concreto con diferentes ensayos.

Gráfico 3

Comparación entre ensayo de laboratorio y correlación



Se presenta el promedio de la resistencia a compresión obtenido de los ensayos de diamantina y esclerometría con respecto a la resistencia de diseño 175kg/cm2 de las 48 muestras representativas.

Tabla 6

Resistencia a la compresión promedio

Ensayos	Resistencia compresión promedio (kg/cm2)
Resistencia con corazones diamantinos	184.4
Resistencia con martillo de rebote	186.4
Correlación de resistencia de concreto en rebote	183.8

Con base en los datos obtenidos sobre los rangos de variación entre las resistencias a compresión reales y las estimadas mediante fórmulas de correlación matemática, se elaboró el cuadro que se muestra a continuación.

Tabla 6

Variación promedio absoluto de los ensayos y la correlación

Variación	Columna (kg/cm2)	Viga (kg/cm2)	Losa aligerada (kg/cm2)	Variación promedio absoluto (kg/cm2)
Variación resistencia martillo de rebote - resistencia corazones diamantinos	3.62	-0.3	2.7	±3.54
Variación de resistencia de correlación número de rebotes con resistencia diamantino	5.23	-3.8	-3.4	±3.92

V. DISCUSIONES

Con respecto a la investigación de Chinchayhuara (2021) en su investigación para optar el título profesional de ingeniero civil “ estudio de correlación para la resistencia a compresión del concreto $f^c=210$ kg/cm²), mediante ensayo destructivos y no destructivos , puno ,2021” , en su estudio evalúa la resistencia a compresión del concreto mediante ensayos destructivos y no destructivos, comparando los resultados de compresión en probetas y núcleos diamantinos con los valores estimados por esclerometría. Se analizaron muestras con curado por inmersión y a la intemperie, evaluadas a los 14 y 28 días. Para probetas con curado por inmersión, la resistencia a compresión fue de $f^c=195$ kg/cm² y $f^c=232$ kg/cm², mientras que por esclerometría se obtuvo $f^c=194$ kg/cm² y $f^c=230$ kg/cm². En probetas sin curado, la resistencia a compresión fue de $f^c=174$ kg/cm² y $f^c=211$ kg/cm², con valores por esclerometría de $f^c=175$ kg/cm² y $f^c=212$ kg/cm². Las diferencias promedio entre ambos métodos oscilan entre ± 3.10 y ± 4.21 , con variaciones de 0.44 a 8.26, lo que indica una correlación aceptable debido a la baja variabilidad entre los resultados.

Vizcarra (2021), en su estudio evaluó la resistencia a compresión del concreto en columnas de viviendas del centro poblado de San Antonio mediante el método del índice de rebote, confirmando su aplicabilidad con un 95 % de confiabilidad. Sin embargo, los resultados mostraron que el promedio de resistencia fue de 117.56 kg/cm², muy por debajo del mínimo requerido de 175 kg/cm² según la norma E-070.

Solo el 2.3 % de las viviendas cumplen con la resistencia normativa, mientras que el 97.3 % presentan deficiencias estructurales, lo que supone un alto riesgo ante sismos. Las bajas resistencias se atribuyen a una incorrecta dosificación, mal vibrado, deficiente curado o el uso de materiales inadecuados, evidenciando la necesidad de mejorar los controles en la construcción.

Zambrano (2017), en su investigación para optar el título profesional de ingeniería civil “Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría para la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil -Cajamarca” en esta investigación, se obtuvo una resistencia a compresión de $f^c=327$ kg/cm², lo que representa un 58.96 % por encima del valor de diseño. Sin embargo, el f^c obtenido por correlación fue de 236 kg/cm², con un incremento inferior al 18 % respecto a la resistencia de diseño. Por otro lado, los ensayos de núcleos diamantinos arrojaron un $f^c=274$ kg/cm², superando en un 31 % el valor de diseño, mientras que en esta investigación se obtuvo un $f^c=224$ kg/cm², lo que equivale a un aumento del 6 %. La variación observada en los resultados de esclerometría podría atribuirse al tipo de estructura analizada y a la edad del concreto, ya que el estudio se realizó en un pavimento rígido con más de un año de maduración.

Vélez (2019) en su estudio “Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría”, menciona la confiabilidad de los ensayos de esclerometría han demostrado que estos presentan un rango de precisión que

varía entre el 82.6 % ($f'c = 245.7 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con un $f'c = 276.8 \text{ kg/cm}^2$ obtenido mediante ensayo a compresión normal) y el 97.37 % ($f'c = 251.7 \text{ kg/cm}^2$ frente a un $f'c = 244.5 \text{ kg/cm}^2$ por compresión normal). En esta investigación, se determinó que la variabilidad de los resultados obtenidos por correlación se encuentra dentro de un margen de ± 8 , lo que indica que la correlación entre el ensayo a compresión simple y la esclerometría es más precisa que la comparación mediante gráficas del equipo. Asimismo, se identificó una correlación de 0.891 entre el índice de esclerometría y la resistencia del concreto, lo que respalda la aplicabilidad del método esclerométrico como alternativa complementaria a los ensayos tradicionales de compresión.

VI. CONCLUSIONES

La estimación de la resistencia a la compresión, realizados a través de la extracción de núcleos diamantinos sobre un total de 48 muestras evidenció un valor promedio de 184.40 kg/cm^2 , superando a 175 kg/cm^2 ; este promedio representa un incremento del 5.37 % respecto al valor de diseño siendo el máximo valor 199.3 kg/cm^2 y el valor mínimo 169.3 kg/cm^2 , por lo tanto, se concluye cumplen con la resistencia mínima exigida por la normativa técnica vigente.

Se determinó el cálculo de la dureza estructural del concreto en un total de 48 muestras registrando un promedio de índice de rebote de 27.9 con un valor promedio alcanzado de 220.07 kg/cm^2 , superando ampliamente el valor de diseño de 175 kg/cm^2 , lo que representa

un incremento del 25.75 % y un cumplimiento del 125.75 % respecto al valor estipulado.

Se validó y comparó la precisión de los métodos destructivo (extracción de núcleos diamantinos) y no destructivo (esclerometría), aplicados a 48 muestras de losas aligeradas, columnas y vigas de concreto. La variación observada fue de ± 3.63 en columnas, ± 0.3 en vigas y ± 2.7 en losas aligeradas. La comparación entre ambos métodos evidenció una alta correlación lineal ($R^2 = 0.9946$), lo que indica una fuerte concordancia en los resultados obtenidos. Por lo tanto, la utilización de cualquiera de estos métodos puede ser válida para estimar la resistencia del concreto, aunque se deben considerar sus respectivas precisiones y limitaciones. En consecuencia, para lograr una mayor resistencia del concreto, es fundamental asegurar una adecuada dosificación de la mezcla, una correcta compactación mediante vibrado y un curado apropiado utilizando mantas de yute.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere efectuar un estudio con un mayor número de ensayos, a fin de obtener resultados más representativos, dado que en la presente investigación únicamente se aplicó el mínimo requerido por la normativa técnica.

Implementar controles rigurosos durante la construcción, como la correcta dosificación, mezcla y compactación del concreto, especialmente en las aligeradas, para reducir la variabilidad de resistencia y garantizar la uniformidad de la estructura.

Realizar inspecciones regulares en viviendas con más de 10 años de antigüedad, utilizando esclerometría como método preliminar para identificar posibles deterioros.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Abanto, F. (2009). Tecnología del concreto. Lima, Perú.
- Borja, Manuel (2021). Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque, Perú. *Revista Científica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, <https://doi.org/10.53673/th.v1i10.59>
- Cano Salinas, L., Rodríguez Laguna, R., Valdez Lazalde, J. R., Acevedo Sandoval, O. A., & Beltrán Hernández, R. I. (2017). Detección del crecimiento urbano en el estado de Hidalgo mediante imágenes Landsat. *Investigaciones Geográficas*, 2017(92), 1–10. <https://doi.org/10.14350/rig.50249>
- Carreño, carolina, H, W., & P, A. (2018). Relación entre los procesos de urbanización, el comercio internacional y su incidencia en la sostenibilidad urbana*. *cuadernos de vivienda y urbanismo*. ISSN 2027-2103. Vol.11, No. 22, Julio-diciembre 2018, 11(22).
- Cruz R., Quintero L., Galán C., Espinosa E. (2014) Evaluación de ensayos no destructivos para identificar deterioro en puentes de concreto. En revista Colombiana de Materiales, pp. 55- 60. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5191730>.
- Chinchayhuara, Maosetum (20219). Estudio de correlación para la resistencia a compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm², mediante ensayos destructivos y no destructivos, Puno, 2021.
- Espinoza, A., & Fort, R. (2017). Desarrollo urbano sin planificación territorial: La calidad de la inversión pública en los barrios vulnerables de Lima. documento de investigación en prensa, 1–167.
- Flores, G., & Said, A. (2019). liberalizadora y la planificación urbana en Perú (1995- 2019) Resumen Urban expansion as a center of tension between liberalizing regulations and urban planning in A expansão urbana como centro de tensão entre a regulação liberadora e o planejamento urba. *Revista Ciudades, Estados y Política*. 2018, 5(3), 37–55.
- Galindo Reascos, K. A. (2022). Análisis comparativo y correlación de los ensayos: esclerómetro, ultrasonido y extracción de núcleos, para determinar la resistencia a compresión y módulo de elasticidad del hormigón endurecido.
- Gómez C., José G. (1987). Artículo Científico “Determinación del índice esclerometrico en hormigosnes:factores que lo afectan”.

- Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Gutiérrez, J. (2015). Imaginarios sociales sobre la inseguridad ciudadana en el distrito de Ayacucho (Universidad nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1bd954f9-d8d2-4e47-b042-6ab08640c139/content>
 - Hernández, J., Orozco, A., Almanza, D., & Ramírez, J. (2017). Correlation between compressive strength" of concrete cylinders and rebounding with digital sclerometer. Colombia: Universidad de Sucre.
 - Norma E.060 de Concreto armado. (2020). Reglamento Nacional de Edificaciones, Decreto Supremo N°015-2004-Vivienda.
 - Norma técnica peruana 400.037. (2014). Agregado: especificaciones normalizadas para agregados en concreto.
 - Muñoz, Alejandro (2016). Seminario I, Actualización de la Norma Técnica Peruana E.030. https://educast.pucp.edu.pe/video/6463/seminario__actualizacion_de_la_norma_tecnica_peruana_e030?fbclid=IwAR33ivOtE10rDI4pgy9dYC4SNKGGKQRvXM11SqXXhASYQtkboU8Pt3fBm8HI#.V3IAH-PLQLE.facebook
 - Norma técnica peruana 339.191(2013), Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endureció (esclerómetro). <https://es.scribd.com/document/386567213/NTP-339-181-Esclerometria-2013>
 - Oliveira, t. M., farage, m. C. R., Goliatt, l., & bittencourt, t. C. (2018), Analysis and validation of correlation curves between sclerometry and compression tests for the evaluation of compressive strength of concretes. <https://doi.org/10.1590/S1983-41952018000400008>
 - ONU. (2018). Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo. <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>
 - Proceq. (2017). *Catálogo técnico de esclerómetros*. Zurich, Suiza: Proceq SA.
 - https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/4051/Nuevo-folleto-esclerometros-1.pdf
 - Saif, IssamA. (2019). Análisis comparativo entre ensayos destructivos y no destructivos de la resistencia del hormigón con diferentes métodos de dosificación, Universidad: Pontificia universidad católica del Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/bitstreams/2bbab8cc-8313-4f01-b2ca-bbe9442acd72/download>
 - SanJuan, C. (2013). Resistencia del hormigón mediante esclerómetro o índice de rebote.

- Soto-Cortés, J. (2015). El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Paradigma Económico*, 7(1), 1–23.
https://www.academia.edu/43568961/127_El_crecimiento_urbano_de_las_ciudades_enfoques_desarrollista_autoritario_neoliberal_y_sustentable
- Sub-Gerencia de planeamiento urbano y catastro. (2018). Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Ayacucho 2008 - 2018. Fortalecimiento de capacidades de la subgerencia de planeamiento urbano y catastro, 1–179.
https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/plan_desarrollo_urbano%20ciudad%20Ayacucho.pdf
- Teodoro E. Harmsen. (2002), Diseño de estructura de concreto armado, tercera edición, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Torre Carrillo, A. (2002). Ensayos destructivos en concreto endurecido (extracción de Testigos Diamantinas). Recuperado el junio de 2018, de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/97748494/ES-TRACCION-DE-DIAMANTINAS-UNI-FIC>
- Vélez, Gustavo (2019), Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría.
<http://hdl.handle.net/10757/626340>
- Zambrano, Katherine (2017). Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría de la pavimentación de los jirones Japon, Portugal y Brasil-Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1003>.