



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Evaluación de estructuras por métodos no destructivos, Matarani – 2021

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

AUTORES:

Chacon Vergara, Elvis (orcid.org/0000-0002-0193-1451)
Puelles Cruz, Marco Antonio (orcid.org/0000-0002-3071-6435)

ASESOR:

Mg. Segura Terrones, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-9320-0540)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL**

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos
sus niveles

LIMA - PERÚ
2022

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres y a mi hijo, que son el motor de mí vida, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Chacón Vergara, Elvis

A Dios: por permitirme tener la fuerza para terminar mi carrera. A mis padres: por su esfuerzo y apoyo moral a mis hermanos y familiares por siempre estar conmigo inculcándome Buenos valores.

Puelles Cruz, Marco Antonio

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por guiar mis pasos y no abandonarme nunca, a mis docentes y en especial a mi tutor por su ayuda, paciencia y dedicación.

Agradecerle también a toda mi familia por darme ánimo durante este proceso.

A mis padres por la vida y por enseñarme a vivirla.

A todas las personas que me apoyaron e hicieron posible que este trabajo se realice con éxito.

Chacón Vergara, Elvis

En primera instancia agradezco todos los docentes que me acompañaron durante este proceso.

A mis padres por confiar, por los valores y principios que me han inculcado.

A toda mi familia, en especial a mis padres Crisólogo Puelles Morales. y Delia Cruz Cahuana y hermanos por creer en mí.

A mis amigos por apoyarme y darme fuerzas.”

Puelles Cruz, Marco Antonio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Concreto	12
2.3. Propiedades del Concreto Armado	13
2.4. Agregados	13
2.5. Propiedades de los Agregados	14
2.6. Propiedades Mecánicas del Concreto	15
2.7. Patologías del Concreto	17
2.8. Curado del Concreto	18
2.9. Prueba de Compresión	19
2.10. Perforación Diamantina	20
2.11. Esclerómetro o Índice de Rebote	20
III. METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	23
3.6. Método de análisis de datos	23
3.7. Aspectos éticos	23
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN	49
VI. CONCLUSIONES	51
VII. RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.	Comportamiento de Resistencia la Comprensión	11
Tabla N° 2.	Propiedades del concreto	13
Tabla N° 3.	Propiedades del Acero	13
Tabla N° 4.	Resultados en vivienda 01	24
Tabla N° 5.	Resultados en vivienda 02	24
Tabla N° 6.	Resultados en vivienda 03	25
Tabla N° 7.	Resultados en vivienda 04	25
Tabla N° 8.	Resultados en vivienda 05	26
Tabla N° 9.	Resultados en vivienda 06	26
Tabla N° 10.	Resultados en vivienda 07	27
Tabla N° 11.	Resultados en vivienda 08	27
Tabla N° 12.	Resultados en vivienda 09	28
Tabla N° 13.	Resultados en vivienda 10	28
Tabla N° 14.	Resultados en vivienda 11	29
Tabla N° 15.	Resultados en vivienda 12	29
Tabla N° 16.	Resultados en vivienda 13	30
Tabla N° 17.	Resultados en vivienda 14	30
Tabla N° 18.	Resultados en vivienda 15	31
Tabla N° 19.	Resultados en vivienda 16	31
Tabla N° 20.	Resultados en vivienda 17	32
Tabla N° 21.	Resultados en vivienda 18	32
Tabla N° 22.	Resultados en vivienda 19	33
Tabla N° 23.	Resultados en vivienda 20	33
Tabla N° 24.	Resultados en vivienda 21	34
Tabla N° 25.	Resultados en vivienda 22	34
Tabla N° 26.	Resultados en vivienda 23	35
Tabla N° 27.	Resultados en vivienda 24	35
Tabla N° 28.	Resultados en vivienda 25	36
Tabla N° 29.	Resultados en vivienda 26	36
Tabla N° 30.	Resultados en vivienda 27	37
Tabla N° 31.	Resultados en vivienda 28	37

Tabla N° 32.	Resultados en vivienda 29	38
Tabla N° 33.	Resultados en vivienda 30	38
Tabla N° 34.	Resultados en vivienda 31	39
Tabla N° 35.	Resultados en vivienda 32	39
Tabla N° 36.	Resultados en vivienda 33	40
Tabla N° 37.	Resultados en vivienda 34	40
Tabla N° 38.	Resultados en vivienda 35	41
Tabla N° 39.	Resultados en vivienda 36	41
Tabla N° 40.	Resultados en vivienda 37	42
Tabla N° 41.	Resultados en vivienda 38	42
Tabla N° 42.	Resultados en vivienda 39	43
Tabla N° 43.	Resultados en vivienda 40	43
Tabla N° 44.	Resultados en vivienda 41	44
Tabla N° 45.	Resultados en vivienda 42	44
Tabla N° 46.	Resultados en vivienda 43	45
Tabla N° 47.	Resultados en vivienda 44	45
Tabla N° 48.	Resultados en vivienda 45	46
Tabla N° 49.	Resultados en vivienda 46	46
Tabla N° 50.	Resultados en vivienda 47	47
Tabla N° 51.	Resultados en vivienda 48	47
Tabla N° 52.	Resultados en vivienda 49	48
Tabla N° 53.	Resultados en vivienda 50	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.	Analizando en Profundidad	2
Figura N° 2.	Zona Sísmica	4
Figura N° 3.	Diseño y control de Mezcla de Concreto	12
Figura N° 4.	Patologías en Muro de albañilería	17
Figura N° 5.	Hidratación de la partícula de cemento	18
Figura N° 6.	Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto	19
Figura N° 7.	Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto	20
Figura N° 8.	Esclerométrico o índice de rebote	21
Figura N° 9.	Cuadro de Resumen de Resistencia de Compresión.	49
Figura N° 10.	Tiempo de Vida de las Estructuras de Concreto	49

RESUMEN

La indagación, se apoya en la investigación de construcciones por procedimientos no destructivos al examinar la resistencia a la compresión en construcciones de concreto armado, siendo la finalidad evaluar el estado de hoy, de columnas y vigas de concreto armado, en Puerto Matarani, donde el sector de análisis está expuesta a la brisa marina. Según la finalidad y la naturaleza del análisis es detallado, de grado cuantitativo, diseño comparativo. La presente indagación tiene una muestra conformada por 50 muestras, que corresponde a 50 casas, del Centro Poblado Puerto Matarani, del distrito de Mollendo, Provincia de Islay, Departamento de Arequipa. Se utilizó la técnica de estudio documental, observación en laboratorio, interpretando los resultados en guías técnicas. La indagación concluye que la resistencia a la compresión de los recursos estructurales, está por abajo de la resistencia solicitada para recursos estructurales (21 MPa), recomendando una compostura en el área y ampliación del análisis a grado de mecánica de suelos.

Palabra Clave. – No destructivo, Concreto, Esclerómetro, Resistencia, Sismos, comprensión.

ABSTRACT

The investigation is based on the investigation of constructions by non-destructive procedures when examining the compressive strength in reinforced concrete constructions, the purpose being to evaluate the current state of reinforced concrete columns and beams, in Puerto Matarani, where the analysis sector is exposed to the sea breeze. Depending on the purpose and nature of the analysis, it is detailed, quantitative, comparative design. The present investigation has a sample made up of 50 samples, which corresponds to 50 houses, from the Puerto Matarani Population Center, in the Mollendo district, Islay Province, Arequipa Department. The documentary study technique was used, observation in the laboratory, interpreting the results in technical guides. The investigation concludes that the compressive strength of the structural resources is below the strength requested for structural resources (21 MPa), recommending a repair in the area and expansion of the analysis to a soil mechanics degree.

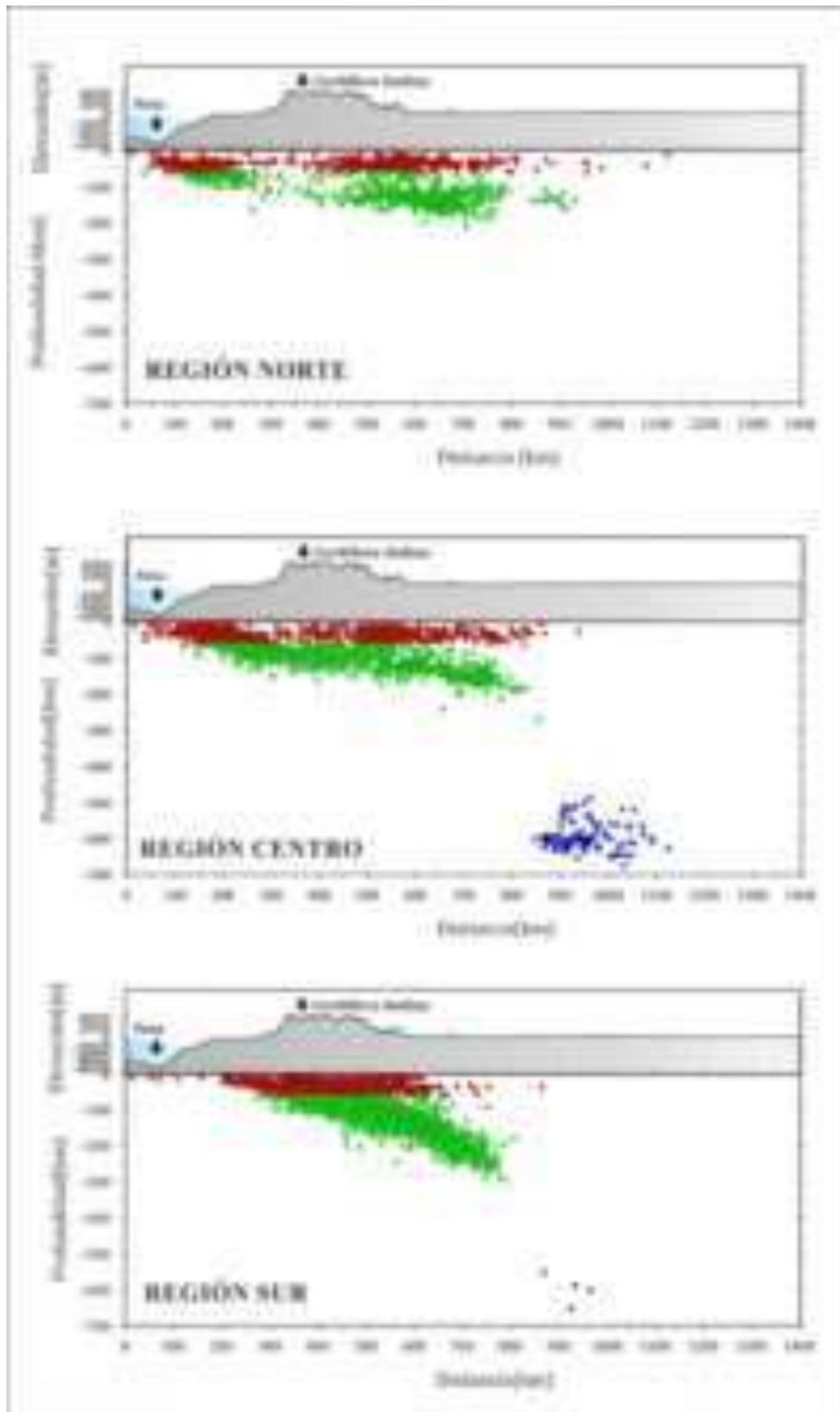
Keyword. – Non-destructive, Concrete, Sclerometer, Resistance, Earthquakes, comprehension.

I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis se desarrolla en un contexto en el cual desde el punto de vista constructivo, el cemento monopoliza la industria de la construcción debido a su versatilidad y bajo costo, por lo cual se expande día a día en un esfuerzo de dotar de infraestructura necesaria para el desarrollo de las poblaciones de la región, el país y el mundo entero, en consecuencia, es innegable la importancia de este material aglomerante, en ese entender conocer los aspectos, propiedades y resultados de este, influyen en toda la industria y en consecuencia en el desarrollo social y económico de las poblaciones. (QUISPE, 2018)

El Perú es uno de los países con mayor potencial sísmico visto que forma constituyente de lo que se conoce como el nexo de ardor del pusilánime, zona en la que la piso libera más del 85,00% del vigor acumulado en su endógeno debido a los procesos de convección de la mantilla terrestre. (Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2021)

Figura N° 1. Analizando en Profundidad.



Recuperado de: Perfiles de Sismicidad en el Perú (Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2021)

La actividad sísmica es un factor importante para el diseño y construcción de elementos estructurales, debido a que nuestro país se encuentra en una zona de alta actividad sísmica. Siendo de preocupación para los ingenieros construir estructuras cuya capacidad de resistencia del concreto pueda soportar dichos movimientos telúricos y que estas perduren varios años. (Aldana & Pilco, 2020)

Varios desastres naturales ocurren en muchas partes del mundo, dejando pérdidas humanas y económicas. Para el tema de investigación de este trabajo nos centraremos en los eventos sísmicos que son muy comunes en algunas zonas del Perú. (Enríquez & Granda, 2018)

Los edificios antiguos carecen de diseño arquitectónico y estructural y están contruidos con materiales inferiores. Además, estos edificios suelen ser contruidos por los mismos residentes del área que no tienen el conocimiento o los recursos financieros necesarios para las buenas prácticas de construcción. (VICENTE, 2018).

La probabilidad de que un sismo pueda producirse en zonas de sismicidad alta, media y baja es de gran porcentaje y los daños materiales pueden ser considerables en edificios que no se han considerado la normativa vigente y edificios que culminaron su tiempo de vida como estadios, coliseos, colegios, hospitales, etcétera). Por lo tanto, la mayoría de construcciones elaboradas con el gobierno del Perú manifiestan deficiencias en su estructura muy severo y débiles a sismos, de forma que muestran a que sea propensos que experimenten un maleficio sustancial y riesgo de vidas humanas. (Paico, 2020).

Una de las principales formas de evaluar estas estructuras autoconstruidas es determinando sus características estructurales y los daños que podría provocar ante un evento sísmico en la vivienda. (Sánchez & Alvarado, 2020)

Además de resolver la casa como una necesidad elemental expone alternativas de optimización que implican otras zonas como puntos socio-culturales, del medio ambiente, territoriales y de sostenibilidad. (Mamani, 2018).

Figura N° 2. Zona Sísmica



Recuperado de: E-030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

En este proyecto de Investigación, se busca indagar sobre Diseño sísmico y Estructural que presentan las Edificación en la localidad de Matarani, localizado en las coordenadas 17°01'11'S / 72°00'58'O y a una altitud de 0 y 1000 m.s.n.m. Por tal motivo el presente proyecto de investigación lleva por **Título** Evaluación de estructuras por métodos no destructivos, Matarani – 2021.

El Distrito de Matarani no es ajeno a estos sucesos ya que es un Distrito que se encuentra en pleno crecimiento demográfico por lo que requerirá la construcción de más viviendas, viendo que la mayoría de viviendas son obtenidas por invasión éstas construcciones son construidas sin la supervisión técnica en todo su proceso así mismo no son construidos con materiales que cumplan con los estándares de calidad requeridos para una vivienda.

En el puerto de Matarani el 96% de las viviendas son construidas por sus propietarios con la asistencia de un maestro de obra, este problema es lo que nos impulsó a realizar la investigación de analizar estas estructuras que no cuentan con un buen proceso constructivo ni la asesoría de un profesional capacitado, también estas estructuras se han construido por etapas por lo que las estructuras están más perjudicadas presentando más deficiencias estructurales, siendo más vulnerable ante los movimientos telúricos.

Por todo lo Expuesto se Realizó la **Evaluación de estructuras por métodos no destructivos, Matarani – 2021**, cumpliendo y aplicando la las Normas Técnicas Peruanas, (E. 070 Y E.30) correspondiente a “Albañilería” y Diseño Sismorresistente”, para prevenir colapsos, daños y evitar inconvenientes ante los eventos Sísmicos.

Se planteó el **objetivo general**: Evaluación de estructuras por métodos no destructivos, Matarani – 2021, de igual forma dentro de los **objetivos específicos** se han planteado: (1) Determinar la resistencia a la compresión, de los elementos estructurales de las viviendas del centro poblado de Puerto

Matarani al 2021. (2) Evaluar y comparar la resistencia a la compresión, de los elementos estructurales de las viviendas del Puerto Matarani al 2021. (3) Establecer propuestas de mejora constructivas en la zona.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes. -

Para realizar el proyecto se tuvo como referencias de trabajos vinculados al tema, que presentan a continuación:

Según (Aldana & Pilco, 2020) la resistencia determinada por los ensayos de esclerómetro y testigos circulares de concreto extraídos con equipo de diamantina podemos determinar que el concreto es de una calidad buena a muy buena y el rango en los que oscila la resistencia del concreto entre el ensayo con esclerómetro y el ensayo de testigos circulares de concreto está comprendido entre 291.45 kg/cm^2 a 275.4 kg/cm^2 , que nos demuestran que el uso del método no destructivo del esclerómetro no posee una precisión tan cercana como el ensayo de testigos circulares de concreto pero es una opción viable al momento de analizar estructuras.

Para (Vásquez, 2019) La evaluación del concreto endurecido es de especial trascendencia ya que nos posibilita decidir su resistencia de la composición sin alterar su funcionalidad. El propósito de este trabajo es hacer una indagación sistemática de los artículos de averiguaciones encontradas sobre la resistencia del concreto por medio de técnicas no destructivas en las construcciones de concreto en los últimos 10 años.

Para (Villanueva, 2019) son afectados negativamente por la humedad que provoca el crecimiento de musgos y vegetación, además facilita la difusión del dióxido de carbono en el hormigón (CO_2) permitiendo el desarrollo de carbonatación en todos los casos, proceso químico que ataca lenta y progresivamente hacia adentro del hormigón hasta llegar al acero causando corrosión. Los resultados del esclerómetro dieron un hormigón de resistencia superficial regular, 200 a 300 kg/cm^2 , lo cual fue ratificado con la extracción de núcleos; no obstante, por las características de estas estructuras, la resistencia debería ser mayor.

Para (Zambrano, 2017) son 19.39% más grandes que los valores conseguidos de los ensayos a compresión a los especímenes de concreto extraídos con diamantina, sin embargo, los valores de la resistencia a compresión del concreto provenientes de los ensayos de esclerometría con el esclerómetro FORNEY.

Según (Feijoo, Aucay, Luis, & Ordoñez, Jonnathan, 2019) La finalidad de esta averiguación ha sido la utilización de ensayos no destructivos en la exploración de la piedra en minería. Se expone utilizar el esclerómetro o Martillo de Schmidt, con el propósito de mejorar y optimizar, tiempo y dinero, debido a que los procesos en laboratorio producen problemas al desarrollarlos, en minas que se hallan en regiones alejadas de las poblaciones. La virtud que da esta iniciativa, en relación a la medición de la compresión de piedras en los laboratorios, es el decrecimiento de tiempos y procesos, esta decisión radica; en el estudio y evaluación de los ensayos. Con este modelo se muestra que, desde las pruebas llevadas a cabo in situ, con el esclerómetro Tipo L, da un costo que se correlaciona, llegando a la obtención de la resistencia a la compresión de la piedra.

Según (Calle, 2019) la evaluación descriptiva de la composición del bloque primordial de la Unidad Educativa “La Asunción” ubicada en la metrópoli de Cuenca. Se muestran diferentes tácticas para la recolección de datos, como, por ejemplo: estudio geotécnico donde se concluyó las propiedades geológicas que presentaba la construcción, encuestas, mapas de peligros y ensayos no destructivos para cuantificar las amenazas y vulnerabilidad que poseía la composición. La finalidad es mostrar, por medio de este plan, el nivel de vulnerabilidad del bloque estudiado y si la condición de la organización es óptima para brindar estabilidad a todos los ocupantes.

Para (Tosi & Vintimilla, 2019) La predominación de la geometría en los recursos estructurales tiene gran trascendencia, pues influye de forma directa en diversos puntos como su peso e inercia. En este plan se expone la evaluación de 2 propuestas de loseta de compresión, variando su

geometría, micro nervando la parte; la una de manera unidireccional y la otra bidireccional, comparándolas con los sistemas clásicos. Para examinar las propuestas se ha llevado a cabo su modelo en un programa comercial y además diversos ensayos, 2 de ellos no destructivos, abarcando la conducta de los recursos acústica y térmicamente, al final una prueba destructiva ensayando la flexión de los recursos.

Para (Tomas, 2017) un estudio comparativo por medio de ensayos destructivos y no destructivos de hormigones de alta resistencia, lo cual nos ayudaran a entender el desempeño de cada probeta ante diversas pruebas ya sean estas físicas o superficiales, ayudando a decidir la resistencia y la calidad de los recursos que por medio de las pruebas nombradas anteriormente llevadas a cabo a los especímenes de hormigón endurecido de un $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, se recolectará información por medio de ensayos efectuados en el laboratorio Médico Arnaldo Rufilli de la Universidad de Guayaquil.

Para (Cedeño & Coello, 2019) las dosificaciones indicadas para elaborar el hormigón con sus respectivas resistencias, así como las diversas patologías que afectan a los elementos estructurales conformados de hormigón armado. El trabajo de tesis aporta de forma explícita, el modo de cómo poder realizar el ensayo no destructivo en las columnas de una edificación progresiva, es decir, una obra civil susceptible de ser expandido con el tiempo. Los ensayos para este proyecto tienen el soporte de las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC) y American Concrete Institute (ACI) la cual permite la emisión de criterios bajo principios técnicos. Se realiza el análisis en situ de 23 columnas del proyecto “Edificio Ministerio de Niños Tierra Prometida” cuya edificación estuvo paralizada por un tiempo aproximado de 12 años por no contar con los recursos económicos necesarios para terminar la obra desde su construcción inicial; Dentro del análisis mencionado se aplicarán cálculos estadísticos a los valores obtenidos por lo rebotes del esclerómetro, dichos valores fueron efectuados a cada una de las 23 columnas para obtener un promedio de resistencia y luego ser comparados con las ecuaciones de las normas NEC y ACI.

Según (Del Pezo & Francis, 2021) Las cimentaciones profundas se utilizan cuando es poco probable que las superficies sean favorables para la cimentación o losa de cimentación, cuando se utilizan pilotes de hormigón, estas condiciones pueden generar preocupaciones sobre la integridad estructural, la resistencia y el rendimiento general de la base del pilote. La razón de esto es que la forma y la integridad estructural de dichos pilotes dependen de las condiciones debajo de la superficie. Las pruebas de integridad estructural del pilote proporcionan información sobre las dimensiones físicas, la integridad o la uniformidad de los materiales utilizados en el pilote. Estas pruebas son importantes herramientas de control de calidad para ingenieros estructurales, ya que hay herramientas disponibles para garantizar que no haya daños graves que puedan afectar las capacidades estructurales del pilote. El objetivo del presente trabajo de titulación es analizar y comparar la integridad de los pilotes hormigonados in situ mediante la prueba ultrasónica Cross-Hole evidenciando la calidad del hormigón al localizar anomalías y continuidad de los elementos pertenecientes al puente del estero del muerto se explica a detalle el funcionamiento del método de ensayo para así entender mejor los resultados obtenidos, además de comprobar estos resultados con los parámetros planteados por Pyle Dynamics para el tiempo de arribo de la onda y los valores de velocidad aceptables que dicta la norma ASTM D6760, a través de los valores de velocidad de onda obtenidos del sistema se calculó el coeficiente de desviación estándar para con ello establecer una relación entre los pilotes de 8 Y 6 tubos metálicos galvanizados.

Para (González, 2018) Se obtuvo en función del tipo de suelo, la topografía en donde se encuentran las instituciones, y la sismicidad de la zona. Se pudo determinar que el Nivel de Riesgo Sísmico de los pabellones de las Instituciones Educativas “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera” es ALTO, en ambos casos debido a sus Niveles de Vulnerabilidad Sísmica Altos y Niveles de Peligro Sísmico Medios.

Para (López, 2019) El concreto (hormigón) es básicamente una mezcla de 2 recursos: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, usualmente arena y grava (piedra triturada piedra machacada, pedrejón), construyendo una masa parecida a una piedra. Esto pasa por el endurecimiento de la pasta de manera de la reacción química del cemento con el agua. Otros materiales cementantes (cementicios, cementosos) y adiciones minerales tienen la posibilidad de integrar en la pasta.

Primordialmente los agregados (áridos) se parten en 2 conjuntos: finos y gruesos. Los agregados finos pueden ser arena natural o artificial (manufacturadas) con partículas de hasta 9.50 mm (3/8 pulg.); agregados gruesos son las partículas retenidas en la malla 1.180 mm (tamiz no.16) y pueden llegar hasta 150 mm (6 pulg.). El tamaño mayor del agregado grueso usualmente empleado es 19 mm o 25 mm (3/4 pulg. o 1 pulg.).

Tabla N° 1. Comportamiento de Resistencia la Compresión.

N°	Golpes	f'c	f'c Esclerómetro	%
		MPa	MPa	
01	10.00	21.00	19.60	93.30
02	10.00	21.00	20.10	95.70
03	10.00	21.00	18.90	90.00
04	10.00	21.00	19.20	91.40
05	10.00	21.00	19.30	91.90
06	10.00	21.00	19.60	93.30
07	10.00	21.00	18.90	90.00
08	10.00	21.00	17.50	83.30
09	10.00	21.00	20.20	96.10
10	10.00	21.00	19.30	91.90

Recuperado de: Evaluación del nivel de deterioro de las estructuras de concreto y albañilería en los módulos de vivienda de la urb. Villa médica de Juliaca (López, 2019)

Para (Arévalo & Vásquez, 2021) Se determinó la resistencia a la compresión, de los elementos estructurales de las viviendas del centro poblado de Puerto Casma al 2021, encontrando que el 86% de las viviendas tienen una resistencia a la compresión menor a los 175 kg/cm². Se compararon los resultados de los ensayos de esclerometría reportando que el 97% de las viviendas cuentan con una resistencia a la compresión menor a los 210 kg/cm².

2.2. Concreto

Para (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004) La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, usualmente arena y grava (piedra triturada piedra machacada, pedrejón), construyendo una masa parecida a una piedra. Esto pasa por el endurecimiento de la pasta de manera de la reacción química del cemento con el agua.

Figura 3. Diseño y control de Mezcla de Concreto



Recuperado de: Componentes del concreto: cemento, agua, agregado fino, agregado grueso, son combinados para formar el concreto (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004)

2.3. Propiedades del Concreto Armado

Tabla N° 2. Propiedades del concreto

E: Módulo de elasticidad kg/cm^{2w}	v: Relación de Poisson	σ_u: Esfuerzo máximo a tensión	σ_c: Esfuerzo máximo a compresión
15 x 10 ⁴	0.20	2.60 x 10 ¹	3.00 x 10 ²
27 x 10 ⁵	0.30	3.70 x 10 ¹	3.40 x 10 ²

Recuperado de: Modelado del daño en elementos de concreto reforzado (Juarez & Godinez, 2018).

Tabla N° 3. Propiedades del Acero.

E: Módulo de elasticidad kg/cm²	v: Relación de Poisson	σ_u: Esfuerzo máximo a tensión kg/cm²	σ_c: Esfuerzo máximo a compresión kg/cm²
2.039 x 10 ⁶	0.30	3.20 x 10 ³	2.90 x 10 ⁴
2.039 x 10 ⁶	0.30	4.20 x 10 ³	2.03 x 10 ²

Recuperado de: Modelado del daño en elementos de concreto reforzado (Juarez & Godinez, 2018).

2.4. Agregados

“Se define los agregados como los recursos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para conformar la composición resistente. Ocupan cerca de las $\frac{3}{4}$ piezas del volumen total, la designación de inertes es relativa, pues si bien no intervienen de manera directa en las actitudes químicas entre el cemento y el agua para crear el aglomerante o pasta de cemento, sus propiedades están afectando de forma notable el producto resultante, siendo en algunas ocasiones tan relevantes como el cemento para el logro de ciertas características particulares. (Gutiérrez, 2021)

2.5. Propiedades de los Agregados

Muestreo de agregados: Los muestreos de material, son igual de importantes que los ensayos realizados en los agregados pétreos, es por ello la importancia de obtener muestras representativas del material encontrado en las canteras y con las características de su condición en estado natural (ASTM INTERNATIONAL, 2019).

Contenido de humedad, relaciona la masa de agua que se encuentra presente en el material, esta propiedad dependerá, de la relación entre la cantidad de agua y el peso seco de la muestra, representado en porcentaje de la misma (ASTM INTERNATIONAL, 2017).

Gravedad Específica añadido grueso, este ensayo establece el peso específico y la absorción del añadido grueso, determinando la gravedad específica o densidad relativa (ASTM INTERNATIONAL, 2015).

Gravedad Específica añadido fino, este ensayo establece el peso específico y la absorción del añadido fino, determinando la gravedad específica o densidad relativa. (ASTM INTERNATIONAL, 2015).

Densidad de agregados pétreos: Se utiliza para calcular la densidad, relación (masa/volumen), en condición aparente, utilizado para la determinación de seleccionar las cantidades utilizadas en mezcla de concreto (ASTM INTERNATIONAL, 2017).

Granulometría: Por medio de esta prueba, se clasifica los materiales selectos para su uso como agregados, del cual se determina el cumplimiento del tamaño de partícula, justificando la distribución y su tamaño (ASTM INTERNATIONAL, 2019).

Especificación normalizada de agregados: Las especificaciones, que se consideran para asegurar la aceptación de agregados, como por ejemplo las

impurezas que podrían afectar el concreto, además de asegurar la disponibilidad de los agregados en la zona donde se realizarán los trabajos, además esta especificación regula la calidad del agregado, el tamaño máximo nominal y requisitos de granulometría específicos (ASTM INTERNATIONAL, 2018)

2.6. Propiedades Mecánicas del Concreto

Resistencia a la Abrasión. -

La matriz del cemento, los áridos y su alianza se ven atacados por estas tensiones siendo este ataque por consiguiente primordialmente mecánico. La resistencia a la abrasión del cemento hidratado es menor que la de los áridos, en particular con una matriz del cemento porosa (alto contenido en agua). (Celestino, 2018)

Resistencia a la Compresión. -

La resistencia a la compresión del concreto habitualmente se la cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto, aun cuando en construcciones especiales como túneles y presas, o una vez que se emplean cementos especiales, tienen la posibilidad de especificarse tiempos menores o más grandes a 28 días. En túneles es bastante recurrente usar la resistencia a los 07 días o menos, a medida que en presas se frecuenta usar como alusión la resistencia a los 56 días o más. (Celestino, 2018)

Resistencia a la Tracción. -

El concreto tiene bastante baja resistencia a la tensión y por consiguiente esta propiedad no se tiene presente en el diseño de construcciones clásicos. La resistencia a la tensión es complicada de medir mediante ensayos directos, debido 50 a los esfuerzos para montar las muestras y las incertidumbres que hay sobre los esfuerzos secundarios inducidos por los implementos que sujetan las muestras. (Celestino, 2018)

Resistencia a la Flexión. -

La resistencia a la flexión de un concreto es baja comparativamente con su resistencia a la compresión, sin embargo, bastante mayor a su resistencia en tracción pura. Este parámetro es aplicado en construcciones como por ejemplo pavimentos firmes; ya que los esfuerzos de compresión que resultan en el área de contacto en medio de las llantas de un transporte y el pavimento son alrededor de equivalentes a la presión de inflado de las mismas, la cual en el peor de los casos puede llegar a ser de 5 o 6 kg/cm; este esfuerzo sobre un pavimento de concreto hidráulico resulta bastante bajo con interacción a la resistencia a la compresión del concreto que comúnmente cambia entre 150 y 350 kg/cm² en nuestro medio. (Celestino, 2018)

Módulo de elasticidad. -

Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación persistente. Deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un Módulo de Elasticidad Estático del concreto, mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama o una recta secante que junta los inicios del diagrama con un punto establecido, que usualmente es un porcentaje de la tensión última. En criterio las mezclas más ricas 52 tienen módulos de elasticidad mayores y más enorme capacidad de deformación. (Celestino, 2018)

Adherencia. -

Gracias a la baja resistencia del concreto para tolerar esfuerzos de tracción, se colocan en su interior barras de acero, el material de esta forma obtenido se llama concreto armado. A partir de la perspectiva de la resistencia lo cual hace viable que el concreto y el acero se porten como un sólido exclusivo, es la cohesión. (Celestino, 2018)

Durabilidad. -

Se define como durabilidad a la velocidad del material para resistir la acción de la intemperie, los ataques químicos, abrasivos y cualquier otro proceso

de deterioro. Es indispensable que el concreto mantenga su forma original, su calidad y serviciabilidad cuando está expuesto al medio ambiente, tal ha sido proyectado. Cuando esto pasa se asegura que el concreto es durable. Los elementos que alteran esta propiedad pueden ser externos o internos. (Celestino, 2018)

2.7. Patologías del Concreto

"La detección de un PROCESO PATOLÓGICO en el planeta profesional suele estar encaminada a su solución, que implica la composición de la unidad constructiva dañada para restaurar su funcionalidad arquitectónica-constructiva inicial". "Este estudio tiene que seguir la línea inversa del proceso, pasando del impacto a la causa, pasando por las 3 etapas necesarias de síntoma o impacto, evolución y origen o causa. Todos los autores coinciden en que dicho estudio debe ser metódico e intensivo, para eso debe ser necesario: adoptar y limitar 37". Por tanto, y ante los diversos tipos de recursos estructurales que tienen la posibilidad de componer una propiedad (obras de hormigón armado) y de los diferentes procesos patológicos que tienen la posibilidad de dañar la totalidad, será necesario examinar las actuaciones que tenga la posibilidad de llevar a cabo para afirmar la permanencia de su desempeño constructivo. (Rivera, 2021).

Figura 4. Patologías en Muro de albañilería.

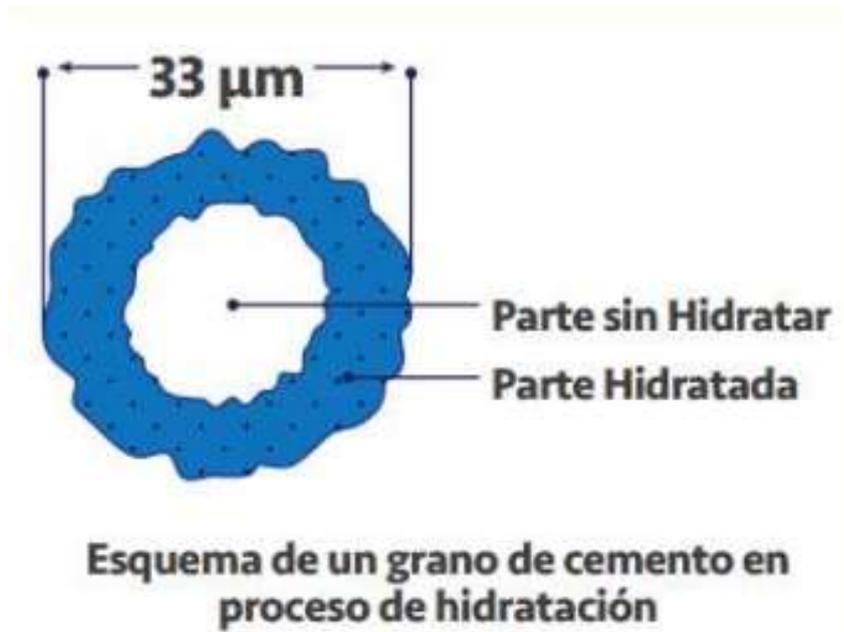


Recuperado de: DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DEL CERCO PERIMÉTRICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 304, DEL DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH, OCTUBRE 2016 (García, 2016)

2.8. Curado del Concreto

El curado es sin duda uno de los procesos más relevantes en el hormigón, porque afecta a todas las características del hormigón. Esta guía explica por qué se debe curar el concreto, resume el procedimiento para hacerlo, sugiere materiales diseñados para el proceso y muestra cómo el cemento, a pesar de tener partículas bastante finas, no está completamente hidratado, sino que comienza de afuera hacia adentro. que no reaccionará desperdiciando su potencial. Por esta razón, es necesario continuar con el suministro de agua después de la solidificación para completar el proceso de hidratación. Este proceso se llama CURADO. (EUCLID GROUP TOXEMENT, 2016)

Figura N° 5. Hidratación de la partícula de cemento.



Recuperado de: GUIA BÁSICA PARA EL CURADO DEL CONCRETO (EUCLID GROUP TOXEMENT, 2016)

2.9. Prueba de Compresión

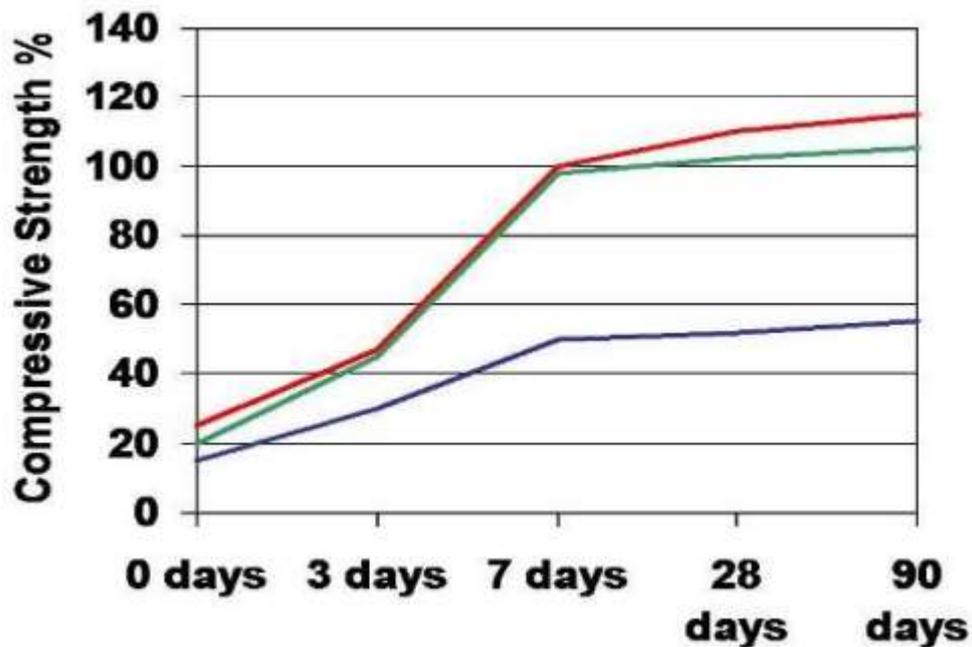
La resistencia a la compresión especificada está representada por el signo f_c , y la resistencia a la compresión real f_{cR} del hormigón debería superarla. Generalmente, se expresa en kg por centímetro cuadrado (kg/cm^2), megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (lb / in^2 o psi) a los 28 días. La resistencia a la compresión f_c alcanzada por el hormigón es funcionalidad de la interacción agua-cemento (o interacción agua-cemento), nivel de hidratación, curado, condiciones del medio ambiente y edad del hormigón. (Luna, 2021)

Figura N° 6. Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto.



Recuperado de: Elaboración y Curado de Probetas Cilíndricas de Concreto (Luna, 2021)

Figura N° 7. Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto.



Recuperado de: Elaboración y Curado de Probetas Cilíndricas de Concreto (Luna, 2021)

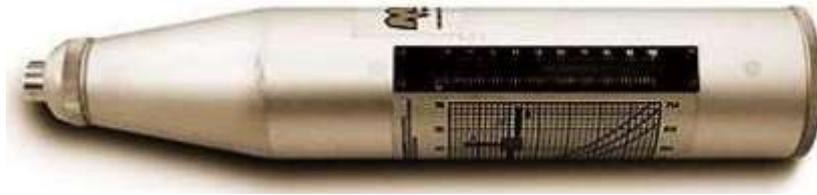
2.10. Perforación Diamantina

La perforación con extracción de testigos o diamantina es un método de perforación rotatoria que se utiliza para extraer muestras de núcleo de rocas y suelos. Sus aplicaciones más comunes se pueden encontrar en investigaciones mineras, geológicas o con fines de cimentación profunda en obras de ingeniería. (Salas, 2016)

2.11. Esclerómetro o Índice de Rebote

El ensayo esclerométrico o índice de rebote mediante esclerómetro es una prueba no destructiva de la resistencia del hormigón. La diseñó y desarrolló el ingeniero suizo Ernest Schmidt en los años 40. Patentado como martillo SCHMIDT, siendo su valor "R" (índice de rebote) una unidad adimensional que relaciona la dureza superficial del hormigón con su resistencia de modo experimental. (SANJUAN, 2021)

Figura 8. Esclerométrico o índice de rebote



Recuperado de: Resistencia del hormigón mediante esclerómetro o índice de rebote. (SANJUAN, 2021)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación



G1: Evaluación de Estructuras.

O1: Resistencia a la compresión (método no destructivo)

3.2. Variables y operacionalización

Variables: Evaluación de estructuras de Concreto

Operación: Golpe directo al Concreto para medir su resistencia.

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Viviendas del Puerto Matarani

$P = 335$

Criterios de Selección: Elementos Estructurales de Puerto Matarani.

Error = 15%

$p = 50\%$

$q = 50\%$

Muestra: 50 viviendas del Puerto de Matarani.

Muestreo: Aleatorio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó una Ficha técnica de observación de elementos estructurales, basados en la norma ASTM C-805.

Esclerómetro.

Detector de Acero.

3.5. Procedimientos

Ubicación de la zona:

Puerto Matarani, Distrito de Mollendo, Provincia Islay, Región Arequipa.

Evaluación in situ:

Descripción de la realidad Problemática.

Ensayo de Esclerometría.

Trabajo de Gabinete:

Calcular Resistencia a la compresión de elementos estructurales.

Presentación de intervención en dicha zona.

3.6. Método de análisis de datos

Gráficos Estadísticos en el programa Software Microsoft Excel y cuadro comparativos.

3.7. Aspectos éticos

Los datos presentados en la tesis corresponden a los resultados obtenidos en campo mediante la norma ASTM C-805 y el llenado de las fichas (revisar anexos) que se encuentran debidamente certificadas por el Laboratorio de Concreto Geotécnicas F&G E.I.R.L. que dan fe de la originalidad de los mismos, además se respetó la propiedad intelectual en la tesis con las citas y referencias bibliográficas.

IV. RESULTADOS

Tabla Nº 4. Resultados en vivienda 01

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-1 COLUMNA	20	21.0	11.00	110.00
2		20			
3		20			
4		20			
5		20			
6		21			
7		21			
8		22			
9		20			
10		21			

Tabla Nº 5. Resultados en vivienda 02

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-2 COLUMNA	23	22.0	13.00	130.00
2		22			
3		21			
4		20			
5		24			
6		22			
7		23			
8		21			
9		22			
10		21			

Tabla Nº 6. Resultados en vivienda 03

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-3 COLUMNA	22	23.0	14.00	140.00
2		23			
3		20			
4		26			
5		25			
6		26			
7		23			
8		24			
9		25			
10		20			

Tabla Nº 7. Resultados en vivienda 04

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-4 COLUMNA	20	22.0	13.00	130.00
2		21			
3		21			
4		21			
5		23			
6		22			
7		21			
8		24			
9		26			
10		21			

Tabla Nº 8. Resultados en vivienda 05

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-5 COLUMNA	25	25.0	18.00	180.00
2		26			
3		24			
4		26			
5		26			
6		26			
7		24			
8		25			
9		25			
10		24			

Tabla Nº 9. Resultados en vivienda 06

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-6 COLUMNA	24	22.0	13.00	130.00
2		20			
3		22			
4		20			
5		21			
6		20			
7		22			
8		25			
9		22			
10		22			

Tabla N° 10. Resultados en vivienda 07

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-7 COLUMNA	22	25.0	18.00	180.00
2		24			
3		26			
4		27			
5		25			
6		27			
7		27			
8		25			
9		25			
10		24			

Tabla N° 11. Resultados en vivienda 08

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-8 COLUMNA	26	22.0	13.00	130.00
2		2			
3		23			
4		22			
5		22			
6		21			
7		25			
8		25			
9		25			
10		26			

Tabla N° 12. Resultados en vivienda 09

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-9 COLUMNA	24	21.0	11.00	110.00
2		22			
3		20			
4		22			
5		20			
6		20			
7		24			
8		22			
9		20			
10		20			

Tabla N° 13. Resultados en vivienda 10

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-10 COLUMNA	22	22.0	13.00	130.00
2		24			
3		22			
4		26			
5		20			
6		20			
7		20			
8		20			
9		20			
10		21			

Tabla N° 14. Resultados en vivienda 11

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-11 COLUMNA	20	21.0	11.00	110.00
2		22			
3		22			
4		21			
5		20			
6		22			
7		22			
8		22			
9		20			
10		22			

Tabla N° 15. Resultados en vivienda 12

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-12 COLUMNA	24	24.0	16.00	160.00
2		22			
3		22			
4		22			
5		24			
6		26			
7		24			
8		26			
9		24			
10		26			

Tabla N° 16. Resultados en vivienda 13

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-13 COLUMNA	20	22.0	13.00	130.00
2		22			
3		22			
4		21			
5		22			
6		23			
7		24			
8		23			
9		20			
10		22			

Tabla N° 17. Resultados en vivienda 14

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-14 COLUMNA	26	24.0	16.00	160.00
2		22			
3		21			
4		20			
5		21			
6		25			
7		25			
8		26			
9		26			
10		25			

Tabla N° 18. Resultados en vivienda 15

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-15 COLUMNA	22	24.0	16.00	160.00
2		24			
3		24			
4		25			
5		25			
6		24			
7		25			
8		25			
9		25			
10		25			

Tabla N° 19. Resultados en vivienda 16

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-16 COLUMNA	25	24.0	16.00	160.00
2		25			
3		25			
4		25			
5		20			
6		25			
7		25			
8		25			
9		24			
10		24			

Tabla N° 20. Resultados en vivienda 17

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-17 COLUMNA	20	22.0	13.00	130.00
2		22			
3		22			
4		23			
5		24			
6		22			
7		22			
8		22			
9		20			
10		23			

Tabla N° 21. Resultados en vivienda 18

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-18 COLUMNA	25	24.0	16.00	160.00
2		25			
3		25			
4		25			
5		20			
6		24			
7		25			
8		25			
9		25			
10		20			

Tabla N° 22. Resultados en vivienda 19

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-19 COLUMNA	22	23.0	15.00	150.00
2		20			
3		21			
4		22			
5		24			
6		23			
7		24			
8		25			
9		22			
10		25			

Tabla N° 23. Resultados en vivienda 20

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-20 COLUMNA	25	24.0	16.00	160.00
2		25			
3		25			
4		25			
5		25			
6		23			
7		25			
8		24			
9		23			
10		23			

Tabla N° 24. Resultados en vivienda 21

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-21 COLUMNA	23	23.0	15.00	150.00
2		22			
3		25			
4		23			
5		23			
6		22			
7		24			
8		22			
9		22			
10		20			

Tabla N° 25. Resultados en vivienda 22

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-22 COLUMNA	25	22.0	13.00	130.00
2		20			
3		20			
4		20			
5		20			
6		20			
7		23			
8		20			
9		24			
10		24			

Tabla N° 26. Resultados en vivienda 23

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-23 COLUMNA	22	22.0	13.00	130.00
2		24			
3		24			
4		20			
5		20			
6		20			
7		24			
8		20			
9		20			
10		22			

Tabla N° 27. Resultados en vivienda 24

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-24 COLUMNA	23	22.0	13.00	130.00
2		20			
3		20			
4		20			
5		24			
6		24			
7		24			
8		24			
9		22			
10		23			

Tabla N° 28. Resultados en vivienda 25

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-25 COLUMNA	20	22.0	13.00	130.00
2		20			
3		20			
4		22			
5		24			
6		20			
7		21			
8		22			
9		24			
10		22			

Tabla N° 29. Resultados en vivienda 26

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-26 COLUMNA	23	24.0	16.00	160.00
2		24			
3		24			
4		24			
5		20			
6		23			
7		25			
8		25			
9		25			
10		25			

Tabla N° 30. Resultados en vivienda 27

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-27 COLUMNA	23	22.0	13.00	130.00
2		24			
3		24			
4		24			
5		20			
6		20			
7		20			
8		20			
9		20			
10		21			

Tabla N° 31. Resultados en vivienda 28

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-28 COLUMNA	20	22.0	13.00	130.00
2		24			
3		24			
4		20			
5		22			
6		20			
7		22			
8		21			
9		23			
10		21			

Tabla N° 32. Resultados en vivienda 29

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-29 COLUMNA	23	22.0	13.00	130.00
2		21			
3		22			
4		24			
5		24			
6		21			
7		22			
8		21			
9		22			
10		21			

Tabla N° 33. Resultados en vivienda 30

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-30 COLUMNA	25	23.0	15.00	150.00
2		24			
3		22			
4		23			
5		23			
6		21			
7		24			
8		21			
9		23			
10		21			

Tabla N° 34. Resultados en vivienda 31

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-31 COLUMNA	23	24.0	16.00	160.00
2		25			
3		25			
4		25			
5		23			
6		25			
7		25			
8		23			
9		23			
10		23			

Tabla N° 35. Resultados en vivienda 32

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-32 COLUMNA	24	22.0	13.00	130.00
2		22			
3		22			
4		20			
5		22			
6		23			
7		24			
8		20			
9		22			
10		20			

Tabla N° 36. Resultados en vivienda 33

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-33 COLUMNA	22	21.0	11.00	110.00
2		22			
3		21			
4		20			
5		22			
6		20			
7		21			
8		22			
9		20			
10		21			

Tabla N° 37. Resultados en vivienda 34

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-34 COLUMNA	24	22.0	13.00	130.00
2		23			
3		24			
4		20			
5		24			
6		24			
7		25			
8		20			
9		20			
10		20			

Tabla N° 38. Resultados en vivienda 35

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-35 COLUMNA	20	21.0	11.00	110.00
2		20			
3		20			
4		20			
5		20			
6		20			
7		23			
8		22			
9		21			
10		22			

Tabla N° 39. Resultados en vivienda 36

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-36 COLUMNA	24	22.0	13.00	130.00
2		22			
3		24			
4		20			
5		21			
6		24			
7		20			
8		22			
9		23			
10		22			

Tabla N° 40. Resultados en vivienda 37

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-37 COLUMNA	25	24.0	16.00	160.00
2		25			
3		25			
4		25			
5		25			
6		24			
7		25			
8		23			
9		23			
10		24			

Tabla N° 41. Resultados en vivienda 38

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-38 COLUMNA	24	21.0	11.00	110.00
2		20			
3		22			
4		21			
5		20			
6		23			
7		20			
8		22			
9		21			
10		20			

Tabla N° 42. Resultados en vivienda 39

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-39 COLUMNA	20	22.0	13.00	130.00
2		24			
3		22			
4		20			
5		24			
6		22			
7		21			
8		21			
9		20			
10		21			

Tabla N° 43. Resultados en vivienda 40

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-40 COLUMNA	22	24.0	16.00	160.00
2		24			
3		25			
4		23			
5		23			
6		22			
7		24			
8		24			
9		25			
10		23			

Tabla N° 44. Resultados en vivienda 41

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-41 COLUMNA	21	21.0	11.00	110.00
2		21			
3		22			
4		21			
5		21			
6		21			
7		21			
8		21			
9		20			
10		21			

Tabla N° 45. Resultados en vivienda 42

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-42 COLUMNA	21	23.0	15.00	150.00
2		21			
3		21			
4		22			
5		22			
6		22			
7		24			
8		24			
9		25			
10		23			

Tabla N° 46. Resultados en vivienda 43

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-43 COLUMNA	21	22.0	13.00	130.00
2		22			
3		22			
4		20			
5		24			
6		22			
7		22			
8		22			
9		20			
10		21			

Tabla N° 47. Resultados en vivienda 44

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-44 COLUMNA	23	23.0	15.00	150.00
2		21			
3		22			
4		23			
5		23			
6		22			
7		24			
8		24			
9		25			
10		23			

Tabla N° 48. Resultados en vivienda 45

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-45 COLUMNA	20	22.0	13.00	130.00
2		20			
3		21			
4		23			
5		23			
6		22			
7		24			
8		24			
9		20			
10		21			

Tabla N° 49. Resultados en vivienda 46

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-46 COLUMNA	22	22.0	13.00	130.00
2		20			
3		21			
4		22			
5		23			
6		22			
7		20			
8		21			
9		22			
10		23			

Tabla N° 50. Resultados en vivienda 47

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-47 COLUMNA	20	22.0	13.00	130.00
2		21			
3		22			
4		23			
5		20			
6		21			
7		22			
8		24			
9		25			
10		23			

Tabla N° 51. Resultados en vivienda 48

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-48 COLUMNA	22	23.0	15.00	150.00
2		22			
3		22			
4		21			
5		23			
6		22			
7		21			
8		24			
9		25			
10		23			

Tabla N° 52. Resultados en vivienda 49

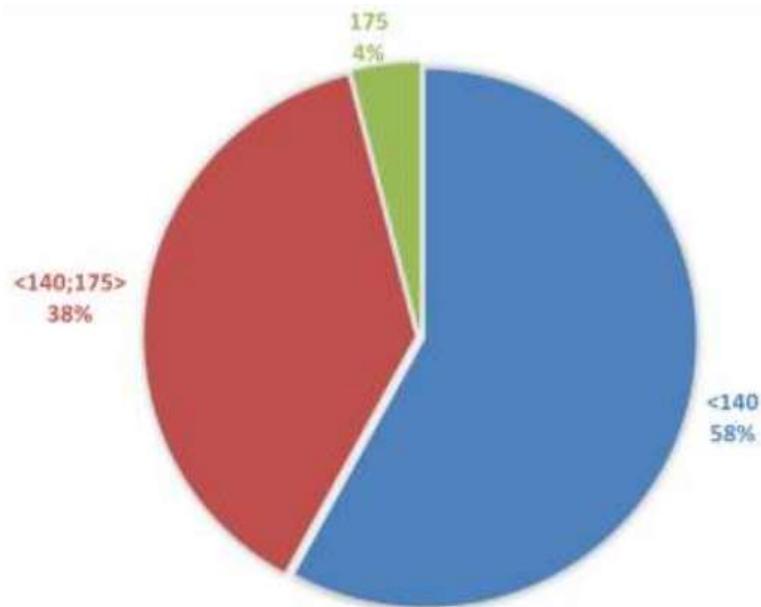
ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-49 COLUMNA	22	23.0	15.00	150.00
2		24			
3		23			
4		22			
5		23			
6		22			
7		24			
8		24			
9		22			
10		23			

Tabla N° 53. Resultados en vivienda 50

ITEM	ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	P-50 COLUMNA	22	23.0	15.00	150.00
2		24			
3		25			
4		23			
5		21			
6		21			
7		24			
8		24			
9		25			
10		23			

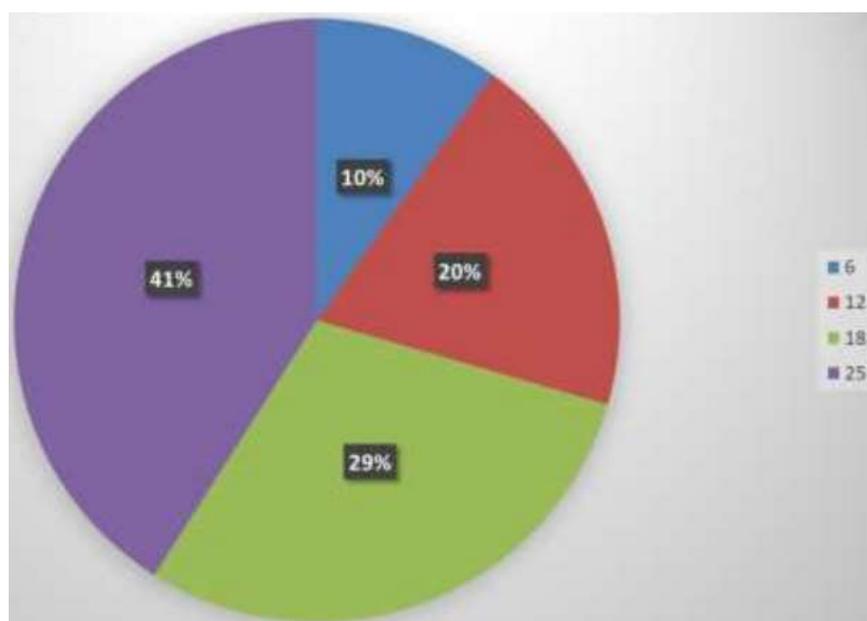
V. DISCUSIÓN

Figura Nº 9. Cuadro de Resumen de Resistencia de Compresión.



De la figura 9, se evalúa que el 58% de las estructuras tienen una resistencia a la compresión ($f'c$) menor a 140 kg/cm² 38% de las estructuras un $f'c$ mayor a 140 kg/cm² y menor a 175 kg/cm² y solo el 4% tiene un concreto mayor a 175 kg/cm².

Figura Nº 10. Tiempo de Vida de las Estructuras de Concreto



De la figura 10, se evalúa que el 41% de las estructuras tienen una edad mayor a 25 años, 29% mayor a 18 años, 20% mayor a 12 años y 10% mayor a 6 años, sin embargo y pese a que algunas estructuras tienen pocos años de construcción, no cumplen con la resistencia de 175 kg/cm^2 .

VI. CONCLUSIONES

Se evaluaron por métodos no destructivos (esclerometría), 50 viviendas del Puerto Matarani, del distrito Mollendo, Provincia de Islay, Región Arequipa.

Se determinó la resistencia a la compresión, de los elementos estructurales de las viviendas del Puerto Matarani al 2021, encontrando que el 58% de las viviendas tienen una resistencia a la compresión menor a los 140 kg/cm².

Se compararon los resultados de los ensayos de esclerometría reportando que el 96% de las viviendas cuentan con una resistencia a la compresión menor a los 175 kg/cm².

Se indica que es necesario un análisis de calidad de los agregados en la zona, además de establecer mejoras en el proceso constructivo y mantenimiento a las estructuras de la zona.

VII. RECOMENDACIONES

Además de efectuar métodos no destructivos (esclerometría), se recomienda un análisis por métodos destructivos (diamantina) para la intervención en el Puerto Matarani, del distrito de Mollendo, Provincia de Islay, Región Arequipa.

Del análisis de resistencia a la compresión, se recomienda un análisis exhaustivo de las patologías del concreto en la zona.

De la evaluación en la zona, se requiere un mapa de suelos, para evaluar la zonificación a fin de establecer recomendaciones a los pobladores para la ubicación de las viviendas y procesos constructivos.

Evaluación de las canteras de influencia en la zona, así como la calidad de los materiales de construcción.

REFERENCIAS

- Aldana, L., & Pilco, E. (2020). *Análisis Comparativo de la Resistencia del Concreto en Muros de Contención por Esclerómetro y Rotura de Cilindros en el Distrito de Ciudad Nueva, Tacna-2020*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Aldana, L., & Pilco, E. (2020). *Análisis Comparativo de la Resistencia del Concreto en Muros de Contención por Esclerómetro y Rotura de Cilindros en el Distrito de Ciudad Nueva, Tacna-2020*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Arévalo, E., & Vásquez, W. (2021). *Evaluación por método no destructivo del concreto estructural de las viviendas de Puerto Casma, 2021*. LIMA: Universidad César Vallejo.
- ASTM INTERNATIONAL. (2015). *C-127: Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate*. West Conshohocken: American Society for Testing and Materials.
- ASTM INTERNATIONAL. (2015). *Gravedad Específica agregado fino, este ensayo determina el peso específico y la absorción del agregado fino, determinando la gravedad específica o densidad relativa*. West Conshohocken: American Society for Testing and Materials.
- STM INTERNATIONAL. (2017). *C-29: Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*. West Conshohocken: American Society for Testing and Materials.
- ASTM INTERNATIONAL. (2017). *C-567: Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. West Conshohocken: American Society for Testing and Materials.
- ASTM INTERNATIONAL. (2018). *C-33: Standard Specification for Concrete Aggregates*. West Conshohocken: American Society for Testing and Materials.
- ASTM INTERNATIONAL. (2019). *C-136: Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. West Conshohocken: American Society for Testing and Materials.
- ASTM INTERNATIONAL. (2019). *D-75: Practice for Sampling Aggregates*. West Conshohocken: American Society for Testing and Materials.

- Calle, D. (2019). *Estado actual de la estructura del bloque principal de la Unidad Educativa La Asunción*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Cedeño, R., & Coello, C. (2019). *Análisis de resistencia de columnas de Hormigón armado mediante método no destructivo, para la ampliación del edificio ministerio de niños tierra prometida*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil.
- Celestino, J. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Lucma progresivas (1+000 al 2+000) del caserío de Lucma, Distrito de Tarica, Provincia de Huaraz, Departamento Áncash – 2018*. 2018: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- Del Pezo, L., & Francis, N. (2021). *Análisis de integridad de Pilotes fundidos in situ mediante el ensayo no destructivo Cross Hole - Perfilaje Sónico, en el puente sobre estero el Muerto – en el cantón Guayaquil en la provincia del Guayas*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil - Facultad Ciencias Matemáticas y Físicas- Carrera de Ingeniería Civil.
- Enríquez, P., & Granda, N. (2018). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Estructural de la Vivienda del Distrito de Vitor de la Región Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- EUCLID GROUP TOXEMENT. (2016). *Guía Básica para el Curado del Concreto. Guía Básica para el Curado del Concreto, 1*.
- Feijoo, P., Aucay, Luis, & Ordoñez, Jonnathan. (2019). *Aplicabilidad del esclerómetro o martillo de Schmidt a la determinación de la resistencia a la compresión simple en rocas*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- García, J. (2016). *Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto en los Elementos de la Estructura de Albañilería Confinada del Cerco Perimétrico de la Institución Educativa 304, del Distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Región Áncash, Octubre 2016*. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- Gonzáles, C. (2018). *Nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las instituciones educativas San Antonio y Abraham Noriega Valera del distrito de Gregorio Pita - provincia de San Marcos 2017*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

- Gutiérrez, C. (2021). *Evaluación del Comportamiento del Concreto al que se ha Reemplazado el Agregado Fino por Viruta de Acero*. CUSCO: Universidad Andina del Cusco.
- Hernández, J., Orozco, Á., Almanza, D., & Ramírez, J. (2017). *Relación entre resistencia a compresión en cilindros de concreto y los rebotes con esclerómetro digital*. Colombia: Universidad de Sucre.
- Instituto Geofísico del Perú (IGP). (SETIEMBRE de 2021). <https://www.sgp.org.pe/>. Obtenido de Geonoticias: <https://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico>.
- Juarez, G., & Godinez, E. (2018). *Modelado del año en elementos de concreto reforzado*. Chiapas: Pakbal.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezcla de Concreto*. EE.UU.: Accelerating the world's research.
- López, J. (2019). *Evaluación del Nivel de Deterioro de las Estructuras de Concreto y Albañilería en los Módulos de Vivienda de la Urb. Villa Médica de Juliaca*. Juliaca: Universidad Andina.
- Luna, S. (2021). *Elaboración y Curado de Probetas Cilíndricas de Concreto*. Chimbote: Universidad Alas Peruanas.
- Mamani, L. -C. (2018). *Identificación y Evaluación de Patologías en Viviendas Autoconstruidas en los Barrios Urbano Marginales de la Ciudad de Puno*. Puno: Universidad Cesar Vallejo.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Recuperado de: E-030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El Peruano.
- Paico, V. (2020). *Aplicación del método índice de vulnerabilidad para determinar la evaluación estructural en la I.E. N°10828 "Ex-Cosome", Provincia Chiclayo, Región Lambayeque*. Lambayeque: Universidad César Vallejo.
- QUISPE, D. (2018). *Evaluación de la Resistencia a Compresión del Concreto en Edificaciones Comunes de la Ciudad de PUNO 2018*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Rivera, G. (2021). *Concreto Simple*. Cauca: Universidad del Cauca.

- Salas, A. (2016). *Análisis y Mejora de la Calidad en el Proceso de Perforación en Diamantina utilizando la Metodología DMAIC*. Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello.
- Sánchez, E., & Alvarado, L. (2020). *Análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el centro poblado de Víctor Raúl Haya de La Torre – Virú 2020*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- SANJUAN, C. (10 de OCTUBRE de 2021). *patologiasconstruccion.net*. Obtenido de <https://www.patologiasconstruccion.net/2013/11/resistencia-del-hormigon-mediante-esclerometro-o-indice-de-rebote-1/#>
- Tomas, V. (2017). *Análisis Comparativo de Ensayos Destructivos y no Destructivos de Hormigones de Alta Resistencia*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil.
- Tosi, D., & Vintimilla, M. (2019). *Propuesta y Evaluación de la Chapa de Compresión de Hormigón Armado con Micro Nervaduras en una Dirección y su Comparación con Sistemas Tradicionales*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Vásquez, M. (2019). *Evaluación de la Resistencia del Concreto mediante Técnicas no Destructivas en Estructuras de Concreto*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- VICENTE, I. (2018). *Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural para Determinar el Riesgo Sísmico del Pabellón de Ingeniería de Minas y Medicina en el Campus de Pucayacu UNDAC 2018*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Villanueva, I. (2019). *Estudio del estado del hormigón en puentes de 50 años en la región subtropical de Bolivia*. Subtropical: Conference Proceeding UTMACH 2020.
- Zambrano, K. (2017). *Comparación de los Ensayos de Diamantina y Esclerometría de la Pavimentación de los Jirones Japón, Portugal y Brasil – Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.