

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

CÉSAR ERIXON ZORRILLA RODRÍGUEZ

Asesor:

Dr. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

Cajamarca, Perú

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
César Erixon Zorrilla Rodríguez
DNI: 47253874
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Ingeniería y Gerencia de la Construcción
2. Asesor: Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☐ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☒ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto informal usado en las construcciones de la ciudad de Cajamarca
6. Fecha de evaluación: **03/11/2025**
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **24%**
9. Código Documento: **3117:522148406**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ **APROBADO** ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **04/11/2025**

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*



Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
DNI: 26733060

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by
CÉSAR ERIXON ZORRILLA RODRÍGUEZ
Todos los derechos reservados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

ESCUELA DE POSGRADO

CAJAMARCA – PERU

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10:00 horas, del día 10 de Octubre de dos mil veinticinco, reunidos en el Aula 1Q-107 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DRA. ROSA HAYDEE LLIQUE MONDRAGÓN, DR. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS, DRA. YVONNE KATHERINE FERNÁNDEZ LEÓN**, y en calidad de Asesor el **DR. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestrías y Doctorados de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la TESIS titulada: **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**, presentada por el bachiller en Ingeniería Civil **CÉSAR ERIXON ZORRILLA RODRÍGUEZ**.

Realizada la exposición de la TESIS y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBARLA..... con la calificación de NOVENA (9)..... la mencionada TESIS; en tal virtud, el bachiller en Ingeniería Civil, **CÉSAR ERIXON ZORRILLA RODRÍGUEZ**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **INGENIERÍA**, con mención en **INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Asesor

.....
Dra. Rosa Haydee Llique Mondragón
Jurado Evaluador

.....
Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Jurado Evaluador

.....
Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Jurado Evaluador

Dedicatoria:

A Dios por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para guiar mis pasos.

Dedico este logro con todo el amor, respeto y gratitud que un hijo puede sentir por sus padres, quienes siguen siendo mi motor y motivo en cada etapa de mi vida. De ellos aprendí que cada logro o sueño se logra con esfuerzo, humildad y perseverancia.

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios, por brindarme sabiduría para culminar este proceso académico, siempre estaré agradecido por guiarme y darme fortaleza para superar los retos que se me presentan en la vida.

A mi asesor de tesis, Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno, por el tiempo brindado para guiarme y orientarme en el proceso de elaboración mi investigación.

A los docentes de la maestría en Ingeniería y Gerencia de la construcción de la Universidad Nacional de Cajamarca, quienes, con su experiencia, contribuyeron significativamente en mi formación académica y profesional.

También a toda mi familia y amigos que de una u otra manera me apoyaron en este proceso, brindándome su tiempo, consejos o palabras de ánimo. Este logro también es suyo.

«Podemos afirmar que han sido la ingeniería y la tecnología las que han permitido el avance de la sociedad humana».

Carlos Slim.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS	xii
GLOSARIO	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Contextualización	1
1.1.2. Descripción del problema	4
1.1.3. Formulación del problema	6
1.2. Justificación e importancia	6
1.3. Delimitación de la investigación	7
1.4. Limitaciones	8
1.5. Objetivos	8
1.5.1. Objetivo General	8
1.5.2. Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1. Marco legal	9
2.1.1. Normas para ensayo de compresión:	9
2.1.2. Normas para ensayo de tracción:	9
2.1.3. Normas para ensayo de flexión:	9
2.2. Antecedentes de la investigación o marco referencial	10
2.2.1. Nivel Internacional	10
2.2.2. Nivel Nacional	12
2.2.3. Nivel local	14
2.3. Marco conceptual	16
2.4. Definición de términos básicos	33
CAPÍTULO III	35
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES	35
3.1. Hipótesis	35
3.2. Variables	35
3.3. Operacionalización de los componentes de la hipótesis	36
CAPÍTULO IV	37
MARCO METODOLÓGICO	37
4.1. Ubicación geográfica	37

4.2.	Diseño de la investigación	38
4.3.	Métodos de investigación	39
4.4.	Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.....	40
4.4.1.	Población y muestra	40
4.4.2.	Unidad de análisis y unidad de observación	41
4.5.	Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	41
4.5.1.	Técnicas de recopilación de información	41
4.5.2.	Instrumento de recopilación de información.....	42
4.6.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	42
4.7.	Equipos, materiales, insumos.....	43
CAPÍTULO V		44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		44
5.1.	Presentación de resultados	44
5.2.	Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	55
5.3.	Contrastación de hipótesis	61
CAPÍTULO VI		63
CONCLUSIONES		63
CAPÍTULO VII		65
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS		65
CAPÍTULO IIX		66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		66
CAPÍTULO IX		74
APÉNDICES		74
CAPÍTULO X		112
ANEXOS.....		112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites granulométricos del agregado fino	26
Tabla 2 Muestra a ensayar de agregado grueso - análisis granulométrico	28
Tabla 3 Carga abrasiva y peso de la muestra para abrasión	29
Tabla 4 Cantidad de material para el ensayo	30
Tabla 5 Operacionalización de variables	36
Tabla 6 Distribución de muestras de probetas por zonas estudiadas	41
Tabla 7 Resistencia a compresión de viviendas en sector Huacariz, datos agrupados	44
Tabla 8 Resistencia a compresión de viviendas en sector Mollepampa, datos agrupados	45
Tabla 9 Resistencia a compresión de viviendas en sector Nuevo Cajamarca, datos agrupados	46
Tabla 10 Resistencia a la flexión de las viviendas del sector Huacariz, datos agrupados	47
Tabla 11 Resistencia a la flexión de las viviendas del sector Mollepampa, datos agrupados	48
Tabla 12 Resistencia a la flexión de las viviendas del sector Nuevo Cajamarca, datos agrupados ..	49
Tabla 13 Resistencia a la tracción de las viviendas del sector Huacariz, datos agrupados	50
Tabla 14 Resistencia a la tracción de las viviendas del sector Mollepampa, datos agrupados	51
Tabla 15 Resistencia a la tracción de las viviendas del sector Nuevo Cajamarca, datos agrupados ..	52
Tabla 16 Comparación de resultados obtenidos con estándares normativos	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica del estudio	37
Figura 2 Sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca	38
Figura 3 Gráfica de resistencia a compresión de viviendas en sector Huacariz	45
Figura 4 Gráfica de resistencia a compresión de viviendas en sector Mollepampa	46
Figura 5 Gráfica de resistencia a compresión de viviendas en sector Nuevo Cajamarca	46
Figura 6 Gráfica de resistencia a la flexión de las viviendas del sector Huacariz	48
Figura 7 Gráfica de resistencia a la flexión de las viviendas del sector Mollepampa	49
Figura 8 Gráfica de resistencia a la flexión de las viviendas del sector Nueva Cajamarca	50
Figura 9 Gráfica de resistencia a la tracción de las viviendas del sector Huacariz	51
Figura 10 Gráfica de la resistencia a la tracción de las viviendas del sector Mollepampa	52
Figura 11 Gráfica de resistencia a la tracción de las viviendas del sector Nuevo Cajamarca	53

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS

ACI	:	American Concrete Institute / Instituto Americano del Concreto.
cm	:	Centímetros.
cm ²	:	Centímetros cuadrados.
cm ³	:	Centímetros cúbicos.
Etc.	:	Etcétera
g	:	Gramos.
g/cm ³	:	Gramos por centímetro cúbico.
f _c	:	Resistencia a la compresión.
kg	:	Kilogramos.
kg/cm ²	:	Kilogramos por centímetro cuadrado.
NTP	:	Norma Técnica Peruana.
RNE	:	Reglamento Nacional de Edificaciones

GLOSARIO

- Agregado: Material granular inerte que se mezcla con el cemento y el agua para formar concreto.
- Compresión: Esfuerzo que tiende a aplastar un material.
- Compresión uniaxial: Indica cuánto peso puede soportar un material antes de romperse o deformarse significativamente cuando se empuja en una sola dirección.
- Concreto: Material compuesto por cemento, agregados, agua y aditivos, que se endurece y fragua al mezclarse.
- Ensayo a la compresión: Ensayo que se realiza para determinar la resistencia a la compresión del concreto
- Esclerometría: Es un método de ensayo no destructivo que se utiliza para medir la dureza superficial de un material.
- Norma técnica: Documento que establece los requisitos que debe cumplir un material o producto.
- Probeta: Especímen de concreto que se utiliza para realizar ensayos.

RESUMEN

La presente investigación evaluó las propiedades mecánicas del concreto informal utilizado en las viviendas de los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca, en la ciudad de Cajamarca. Se analizaron tres propiedades fundamentales: resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción, comparándolas con los valores mínimos exigidos por las normas técnicas NTP, ACI y RNE. La metodología adoptó un enfoque cuantitativo, descriptivo, no experimental y transversal, aplicando ensayos normalizados en laboratorio a 450 probetas extraídas in situ de 30 viviendas. Los resultados evidenciaron que el concreto informal no alcanza los valores mínimos de resistencia establecidos, registrando diferencias negativas de hasta 41.28% en compresión, cuyo valor normativo mínimo es de 210.00 kg/cm², 52.92% en flexión, cuyo valor normativo mínimo es de 38.00 kg/cm², y 39.31% en tracción, cuyo valor normativo mínimo es de 19.82 kg/cm². Si bien el sector Nuevo Cajamarca presentó resultados superiores respecto a los otros sectores, estos aún se encuentran por debajo de los estándares establecidos en la normativa. Se concluye que el concreto informal utilizado en las viviendas evaluadas no cumple con los requisitos mínimos de resistencia estructural, constituyendo un riesgo significativo para la seguridad de sus ocupantes.

Palabras clave: concreto informal, propiedades mecánicas, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción.

ABSTRACT

This research evaluated the mechanical properties of informal concrete used in the houses of the Huacariz, Mollepampa, and Nuevo Cajamarca sectors, in the city of Cajamarca. Three fundamental properties were analyzed: compressive strength, flexural strength, and tensile strength, comparing them with the minimum values required by the NTP, ACI, and RNE technical standards. The methodology adopted a quantitative, descriptive, non-experimental, and cross-sectional approach, applying standardized laboratory tests to 450 specimens extracted in situ from 30 houses. The results revealed that informal concrete does not reach the minimum established strength values, showing negative differences of up to 41.28% in compression, whose minimum normative value is 210.00 kg/cm², 52.92% in flexion, whose minimum normative value is 38.00 kg/cm², and 39.31% in traction, whose minimum normative value is 19.82 kg/cm². Although the Nuevo Cajamarca sector presented higher results compared to the other sectors, these are still below the standards established in the regulations. It is concluded that the informal concrete used in the evaluated houses does not meet the minimum structural strength requirements, constituting a significant risk to the safety of its occupants.

Keywords: *Informal concrete, mechanical properties, compressive strength, flexural strength, tensile strength.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

La construcción informal es un fenómeno persistente en diversas regiones del mundo, particularmente en América Latina, Asia y África, donde se estima que entre el 30 % y el 70 % de las edificaciones urbanas son construidas sin regulación ni supervisión técnica (UN-Habitat, 2020). Esta situación se agrava en contextos de rápido crecimiento urbano y desigualdad económica, en los cuales las poblaciones de bajos ingresos acceden a vivienda mediante la autoconstrucción, sin cumplir con los estándares técnicos ni normas de seguridad estructural (Banco Mundial, 2022).

En América Latina, países como Perú, Bolivia y Ecuador enfrentan un alto índice de viviendas construidas sin asistencia técnica. Esta informalidad compromete la resistencia de las edificaciones, especialmente en zonas de riesgo sísmico. De hecho, el informe del Global Facility for Disaster Reduction and Recovery indica que las viviendas informales son responsables de un alto porcentaje de pérdidas humanas y materiales durante desastres naturales (GFDRR, 2021). Además, se ha demostrado que una de las principales debilidades estructurales en estas construcciones es el uso de concreto sin control de calidad, con mezclas empíricas y sin ensayos que validen su resistencia a la compresión, tracción o flexión.

En el Perú, la situación es particularmente crítica. El 80 % de las viviendas han sido construidas mediante procesos informales, lo que representa un enorme riesgo frente a los desastres naturales, especialmente los sismos, dado que el país se encuentra en una zona altamente sísmica (Infobae, 2023; El Comercio, 2023). A pesar de los avances normativos, como la implementación del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y la existencia de Normas Técnicas Peruanas (NTP), estas disposiciones son generalmente ignoradas en las obras informales.

Estudios recientes muestran que el 71 % de las viviendas urbanas son autoconstruidas, sin la participación de ingenieros o arquitectos (Perú21, 2024). Esta realidad responde a múltiples factores: falta de recursos económicos, ausencia de políticas públicas de vivienda accesible, falta de fiscalización y, en muchos casos, desconocimiento de la normativa vigente. Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), más de la mitad del parque habitacional nacional requiere intervenciones de mejora estructural (MVCS, 2022).

La elaboración del concreto en este tipo de construcciones se realiza comúnmente de manera empírica, sin control preciso de la relación agua/cemento, sin selección adecuada de agregados y sin ensayos previos ni posteriores. Esto genera variaciones significativas en la resistencia mecánica del concreto, que en muchos casos resultan insuficientes para soportar cargas sísmicas mínimas. (MVCS, 2022).

En la ciudad de Cajamarca, los sectores periféricos como Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca experimentan un crecimiento urbano

acelerado, caracterizado por la autoconstrucción de viviendas sin asesoría técnica especializada. Esta práctica comúnmente implica la preparación manual del concreto en obra, sin procedimientos estandarizados ni pruebas de control de calidad, lo que deriva en resistencias mecánicas muy variables y, en muchos casos, insuficientes para soportar cargas sísmicas mínimas. Investigaciones previas han evidenciado que en zonas como el sector Fila Alta de Jaén, también en la región Cajamarca, el concreto utilizado en viviendas de autoconstrucción no cumple con los estándares normativos, presentando resistencias a la compresión significativamente inferiores a las requeridas (CONCYTEC, 2024). Además, estudios sobre el desarrollo urbano en Cajamarca han señalado que el crecimiento de la ciudad ha sido impulsado por migraciones internas y externas, lo que ha incrementado la saturación de áreas urbanas sin una planificación adecuada (PUCP, 2024).

Según CENEPRED, Cajamarca se encuentra en una zona de riesgo sísmico moderado a alto, lo que exige construcciones con estándares estructurales mínimos. Sin embargo, la ausencia de control técnico en la producción y aplicación del concreto pone en riesgo no solo la estabilidad de las viviendas, sino también la vida de sus ocupantes. Esta realidad exige estudios técnicos que evidencien, con datos medibles, el nivel de resistencia real del concreto informal utilizado en estos sectores y su grado de cumplimiento respecto a las normas vigentes como el RNE, las NTP y las recomendaciones del ACI (American Concrete Institute).

1.1.2. Descripción del problema

La informalidad en la construcción es un fenómeno multicausal que responde a la necesidad de acceder a una vivienda a bajo costo, pero cuyos efectos pueden ser catastróficos cuando las condiciones estructurales no garantizan la seguridad de los ocupantes. En zonas como Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca, la autoconstrucción sin criterios técnicos adecuados ha derivado en edificaciones que utilizan concreto informal, cuya calidad es incierta.

Uno de los aspectos más críticos de esta situación es la fabricación empírica del concreto. En muchas obras no se realizan diseños de mezcla, ensayos de laboratorio ni verificación de la resistencia de los elementos estructurales. En su lugar, se utiliza una dosificación “tradicional” como 1:2:3 (cemento, arena, piedra), sin medir la relación agua/cemento ni las características de los materiales empleados. Esto influye directamente en la resistencia a la compresión, la tracción y la flexión, que son parámetros fundamentales para la seguridad estructural de cualquier edificación (ACI Committee 318, 2019).

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en la norma E060 Concreto armado indica que la resistencia mínima del concreto estructural es de 17 MPa (175 kg/cm² aprox.) y en concretos resistentes a fuerzas inducidas por sismo es de 21 MPa (210 kg/cm²). Sin embargo, diversos estudios han revelado que en la autoconstrucción muchas veces estos valores no se alcanzan (Carranza, 2021), lo que convierte a estas edificaciones en estructuras frágiles y peligrosas.

En lo referido a la resistencia mínima a tracción por flexión, no existe normativa específica, sin embargo, existe algunas consideraciones para su determinación, las más usadas son $f_r = 2.2 \sqrt{f'_c}$, por lo que para un f'_c de 210 kg/cm² tendremos un f_r de 31.9 kg/cm²; una segunda consideración es usar el 18 % del f'_c es decir 38 kg/cm², para nuestro estudio se ha considerado $f_r = 38$ kg/cm²

Para la resistencia mínima a tracción por compresión diametral también llamado ensayo brasileño (f_{sp}), no existe normativa específica, sin embargo, se usa dos consideraciones la primera indica que el $f_{sp} = 1.7 \sqrt{f'_c}$, por lo que para un f'_c de 210 kg/cm² tendremos un f_{sp} de 24.6 kg/cm². una segunda consideración es usar el 9.44 % del f'_c es decir 19.82 kg/cm², para nuestro estudio se ha considerado $f_r = 19.82$ kg/cm²

La falta de estudios locales específicos sobre las propiedades mecánicas del concreto informal en la ciudad de Cajamarca limita el diseño de políticas correctivas. Es por ello que resulta necesario desarrollar una investigación que permita evaluar, cuantitativamente, la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto informal utilizado en los sectores mencionados y contrastarlo con los valores exigidos por la normativa nacional e internacional.

1.1.3. Formulación del problema

Pregunta general:

¿Cuál es el porcentaje de incumplimiento de las propiedades mecánicas del concreto informal usado en las construcciones de la ciudad de Cajamarca en comparación con los estándares mínimos establecidos en la normativa peruana?

1.2. Justificación e importancia

La investigación se justifica por su aporte científico, teórico, técnico, institucional y personal. En el ámbito científico, contribuye al conocimiento sobre el porcentaje de incumplimiento de la resistencia del concreto fabricado de manera informal, material ampliamente usado en la autoconstrucción de Cajamarca, pero del cual existe escasa información sobre su resistencia real y cumplimiento de los estándares mínimos de seguridad estructural. Teóricamente, se fundamenta en la ingeniería civil, la ciencia de materiales y normas como la NTP 339.034, el RNE y el ACI 318, además de estudios previos que evidencian la variabilidad en la calidad de este tipo de concreto.

Desde la perspectiva técnica y práctica, los resultados permitirán identificar deficiencias críticas en la resistencia estructural y orientar mejoras en la selección de materiales, dosificación y métodos constructivos, así como en programas de capacitación a autoconstructores y técnicos locales. A nivel institucional, provee información útil a municipalidades, colegios profesionales y organismos de control para fortalecer la supervisión de obras y el diseño de políticas públicas.

Finalmente, a nivel personal, representa una oportunidad para consolidar competencias en ingeniería civil y contribuir directamente a la seguridad y calidad de las viviendas en la comunidad, reafirmando el compromiso profesional con el desarrollo urbano sostenible.

1.3. Delimitación de la investigación

- **Delimitación geográfica:** El estudio se realiza en los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca de la ciudad de Cajamarca, considerados representativos de zonas urbanas y periurbanas con predominio de viviendas autoconstruidas.
- **Delimitación temporal:** La investigación se centra en el análisis de probetas de concreto tomadas durante el año 2022, correspondiendo a construcciones recientes o en uso activo, para reflejar las condiciones actuales del material.
- **Delimitación material:** El estudio se enfoca exclusivamente en el concreto informal utilizado en viviendas autoconstruidas, evaluando sus propiedades mecánicas principales: resistencia a la compresión, flexión y tracción.
- **Delimitación conceptual:** La investigación mide el cumplimiento de los parámetros mínimos de resistencia estructural establecidos por las normas NTP 339.034, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y el ACI 318, enfocándose en el comportamiento mecánico del concreto y sus implicancias para la seguridad estructural de las viviendas.

1.4. Limitaciones

- En esta investigación no se ha evaluado las propiedades de los agregados.
- En la investigación se considera como concreto estructural de una vivienda al concreto elaborado para zapatas, columnas, vigas o losas. Por lo que no se ha discriminado los análisis de la resistencia del concreto por elemento estructural.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluar las propiedades mecánicas del concreto informal utilizado en las construcciones de la ciudad de Cajamarca, determinando si cumplen con los estándares mínimos de resistencia en compresión, flexión y tracción.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la resistencia a la compresión del concreto informal en los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca.
- Determinar la resistencia a la flexión del concreto informal en los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca.
- Determinar la resistencia a la tracción del concreto informal en los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca.
- Comparar los resultados obtenidos en los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca con los valores mínimos establecidos en las normas NTP, ACI y RNE para cada propiedad evaluada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco legal

2.1.1. Normas para ensayo de compresión:

- NTP 339.034: Norma Técnica Peruana. “Concreto. Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos” (INACAL, 2021).
- ASTM C39/C39M: “Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens” (ASTM International, 2023).
- ISO 6784: “Concrete—Determination of static modulus of elasticity in compression” (International Organization for Standardization, 1982).

2.1.2. Normas para ensayo de tracción:

- ASTM C496/C496M: “Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens” (ASTM International, 2022).
- NTP 339.113: Norma Técnica Peruana. “Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción indirecta de cilindros de concreto (ensayo brasileño)” (INACAL, 2021).

2.1.3. Normas para ensayo de flexión:

- ASTM C78/C78M: “Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)” (ASTM International, 2022).
- NTP 339.035: Norma Técnica Peruana. “Concreto. Método de ensayo para la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en dos puntos” (INACAL, 2021).

2.2. Antecedentes de la investigación o marco referencial

2.2.1. Nivel Internacional

Estrada y Vivanco (2019), en su tesis "*Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito – Ecuador*", realizaron un diagnóstico estructural basado en la norma ASCE 41-17, complementado con levantamientos de campo y ensayos de laboratorio sobre bloques de mampostería artesanal. Los resultados mostraron que, aunque la mampostería fue catalogada en "Condición Aceptable" por la norma ASCE 41-17 debido a la ausencia de daños severos, su capacidad de resistencia a la compresión podía mejorarse mediante técnicas de reforzamiento estructural. La investigación evidenció la importancia de aplicar normativas técnicas y procesos constructivos adecuados en edificaciones informales.

Barreto y Ganzhi (2018), en su tesis "*Evaluación de columnas de hormigón armado mediante métodos no destructivos: Estudio de caso en la ciudad de Cuenca, Ecuador*", utilizaron métodos no destructivos para evaluar la calidad estructural del concreto, comparando los resultados obtenidos con los valores establecidos en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción, para determinar si las edificaciones cumplían con los estándares mínimos de seguridad. Mediante el ensayo de esclerometría en 48 columnas, se evidenció que solo el 19% de ellas superaba la resistencia mínima requerida de 214.14 kg/cm², lo que indica que la gran mayoría presentaba deficiencias estructurales que podrían comprometer la estabilidad de los edificios en condiciones de carga extremas.

Ortiz (2015), en su tesis de licenciatura "*Análisis y descripción de la producción de concretos en obra de cinco proyectos de vivienda en Colombia*", se determinó que la resistencia a la compresión y a la flexión están relacionadas, y que ambas dependen del tamaño del agregado y de la proporción cemento-agregado utilizada en la mezcla. A pesar de que en todos los proyectos se especificó la misma resistencia de diseño, los resultados obtenidos fueron variables, lo que evidenció que los materiales empleados no eran los más adecuados para la elaboración del concreto. Otro factor clave identificado fue la dosificación, la cual se realizó en función del volumen. En cuanto a la relación agua-cemento, se encontró que los proyectos con menor resistencia a la compresión usaron niveles de agua inferiores y superiores a la cantidad estándar, lo que sugiere que una dosificación inadecuada de agua puede afectar negativamente la resistencia del concreto. Por tanto, la resistencia del concreto en viviendas informales se ve afectada por múltiples variables, como la calidad de los materiales, la dosificación y la relación agua-cemento

En Venezuela, la investigación financiada por el Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI) titulada "*Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo*" por Díaz y de Oteiza (2000). permitió identificar que una gran parte de la zona norte de Maracaibo está conformada por barrios de producción informal, donde el BHC es uno de los componentes constructivos más utilizados debido a su accesibilidad. Los resultados revelaron que los bloques de tipo B (no estructurales) no cumplen con los valores exigidos por la norma, a pesar de ser comúnmente utilizados en paredes portantes, esto evidencia una

deficiencia significativa en la calidad de los BHC de producción informal, lo que podría comprometer la seguridad estructural de las construcciones donde se emplean. Esta investigación evidencia deficiencias significativas respecto a los parámetros normativos establecidos

2.2.2. Nivel Nacional

Guerrero (2023), en su tesis "*Evaluación del nivel de la resistencia a la compresión del concreto fabricado en obras por autoconstrucción en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque en el año 2020*", evaluó la resistencia a la compresión del concreto utilizado en 45 obras autoconstruidas en la ciudad de Chiclayo, con el fin de determinar si cumple con los criterios mínimos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Los resultados indicaron que, a los 28 días de curado, la resistencia mínima obtenida fue de 70.45 kg/cm² y la máxima de 150.91 kg/cm², valores significativamente inferiores a las resistencias de diseño de 210 kg/cm² y 175 kg/cm². Asimismo, se analizó la consistencia del concreto, obteniendo un asentamiento promedio de 7.25 pulgadas, lo que indica una mezcla excesivamente fluida que no cumple con el rango aceptable. El autor resalta la necesidad de aplicar mejores prácticas en la elaboración del concreto para garantizar la calidad y seguridad estructural de las edificaciones.

Aguilar y Yamunaque (2021), en su tesis "*Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto de las viviendas de la calle Santa Clara, primera cuadra – Sullana*", aplicaron ensayos de esclerometría, un método no destructivo que permite conocer la resistencia a la compresión de los elementos estructurales. Los resultados obtenidos indicaron que la

resistencia promedio de las columnas fue de 156.57 kg/cm² y de las vigas fue de 198.43 kg/cm². Se observó que el 80% de las columnas no cumplían con la resistencia mínima requerida de 210 kg/cm² según la norma E-060 de concreto armado, mientras que el 50% de las vigas sí cumplían con dicha resistencia mínima.

García (2021), en su tesis *"Evaluación del concreto estructural elaborado en obras por autoconstrucción en el distrito de La Esperanza – Trujillo, 2021"*, evaluó la calidad del concreto estructural utilizado en 16 obras de autoconstrucción en el distrito de La Esperanza, Trujillo. La investigación incluyó la evaluación de la calidad de los materiales, la dosificación, el proceso de elaboración y curado, el asentamiento, la temperatura, el peso unitario, el rendimiento y la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados indicaron que el 70% de los agregados no cumplían con los requisitos granulométricos especificados en la N.T.P. 400.037, y que la resistencia a la compresión promedio fue de 106 kg/cm², lo que representa un 60.6% de la resistencia mínima requerida según la norma técnica de edificaciones E.060.

Venegas (2020), en su tesis *"Análisis de la resistencia a la compresión en elementos estructurales en obras sin presencia de un ingeniero civil en la ciudad de Trujillo, 2020"*, donde la resistencia promedio a la compresión a los 28 días fue de 76.56 kg/cm², con un máximo de 128 kg/cm² y un mínimo de 42 kg/cm², valores que no alcanzan la resistencia mínima establecida por el Reglamento Nacional de Edificaciones en la NTP E.060 (175 kg/cm²) ni la resistencia de 210 kg/cm² que algunos manifiestan su uso.

De igual manera Estela (2020), en su tesis "*Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción, Pomalca–Chiclayo*", se indicó que la resistencia a la compresión axial de los testigos estuvo por debajo de la resistencia deseada, obteniéndose una resistencia mínima de 35.31 kg/cm² y una máxima de 168.3 kg/cm² a los 28 días. La investigadora identificó que las malas prácticas en la dosificación, como el uso excesivo de agua y cemento, contribuyeron a la baja resistencia del concreto.

2.2.3. Nivel local

Castillo (2021), en su tesis de maestría "*Concreto en las construcciones informales de la ciudad de Cutervo, evaluación y propuesta*", se basó en una población censal de veinte construcciones ubicadas en la ciudad. Los resultados indicaron que la resistencia característica final del concreto fue de 89.27 kg/cm², valor significativamente inferior al mínimo requerido de 210 kg/cm² según la norma ACI 318. Se identificaron deficiencias en la calidad de los agregados, propiedades del concreto y el proceso constructivo, como la falta de diseño de mezclas, uso de mezcladoras tipo trompo sin vibrado, y mano de obra con bajo nivel de capacitación.

Chuquibala y Vásquez (2023), en su tesis "*Análisis de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de cerro en la autoconstrucción de viviendas – Cutervo 2023*". Los resultados indicaron que la resistencia a la compresión promedio a los 28 días fue de 84 kg/cm², y a los 42 días aumentó a 152 kg/cm², ambos valores inferiores al mínimo requerido de 210 kg/cm² según la norma E.060. Los autores

concluyeron que, mediante un diseño adecuado de la mezcla y una relación óptima entre agua y cemento, es posible alcanzar la resistencia exigida por la norma, resaltando la importancia de aplicar procedimientos técnicos apropiados en la elaboración del concreto para garantizar la seguridad estructural de las viviendas.

Marín (2019), en su tesis "*Resistencia a compresión del concreto de columnas de obras autoconstruidas al considerar curado en laboratorio y en obra en el sector La Molina - Cajamarca*", los resultados indicaron que las probetas curadas en laboratorio alcanzaron una resistencia promedio de 164.32 kg/cm², mientras que las curadas en obra obtuvieron un promedio de 145.50 kg/cm². Ambos valores se encuentran por debajo de la resistencia mínima de 175 kg/cm² establecida por la Norma Técnica E.060 para concreto estructural, evidenciando deficiencias en la calidad del concreto utilizado en estas construcciones, especialmente cuando el curado se realiza en condiciones no controladas.

Peña y Sandoval (2019), en su tesis "*Resistencia a compresión del concreto en columnas para diferentes obras en ejecución en el distrito de Jaén*", emplearon dos métodos de ensayo: esclerometría y rotura de probetas. Los resultados mostraron una resistencia promedio de 134.71 kg/cm², cifra significativamente inferior a los 210 kg/cm² exigidos por la norma para columnas. Este hallazgo evidenció que las estructuras analizadas no cumplían con los estándares de resistencia mínima requeridos, lo que podría comprometer su capacidad para soportar cargas y garantizar la seguridad estructural.

Cubas (2023), en su tesis de licenciatura "Comparación de la resistencia a compresión para concreto $f'_c=210$ kg/cm², elaborado con agregados de las canteras "Arenera Jaén" y "Lamparán" en la ciudad de Jaén – Cajamarca", los resultados obtenidos confirmaron que el concreto elaborado con los agregados de la cantera "Arenera Jaén" presentó una mayor resistencia a compresión en comparación con el concreto elaborado con los agregados de la cantera "Lamparán", con una diferencia observada del 1.87%.

2.3. Marco conceptual

2.2.1. Concreto

Compuesto que asemeja a las rocas en su comportamiento, se compone de agregados pétreos, desde arena fina hasta grava gruesa, unidos por una pasta de cemento portland, a veces, se añaden aditivos químicos o fibras para mejorar sus propiedades mecánicas o físicas. Es el material de construcción más utilizado su producción, aparentemente muy simple y aunque fundamentalmente basta mezclar un producto cementante, agregados y agua, es realmente muy complejo su comportamiento para la gran variedad de agregados y de productos cementantes hidráulicos disponibles (Lamus y Andrade, 2015).

Cabral (2018) dice que el concreto es un material compuesto constituido por un material cementante, agua y agregado, el cemento, una vez hidratado genera la adhesión química entre los componentes, por lo general los agregados representan entre el 60 al 75% del volumen total del concreto, el cemento de 7 a 15%, el agua de 15 a 22% y el aire atrapado entre 1 al 3%, eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo, representando pequeñas proporciones del orden del 0.1 al 0.2%.

Componentes de concreto: Según Lamus y Andrade (2015).

- Cemento: Material pulverulento que al mezclarse con agua forma una pasta que endurece y une a los demás componentes del concreto.
- Agregados: Materiales granulares que se mezclan con el cemento y el agua para formar concreto.
- Agua: Líquido que se utiliza para mezclar el cemento y los agregados.
- Aditivos: Materiales que se añaden al concreto para modificar sus propiedades.

Propiedades mecánicas del concreto: Según Lamus y Andrade (2015).

- Mecánica de materiales: Estudio del comportamiento de los materiales bajo la acción de fuerzas.
- Resistencia a la compresión: Capacidad del concreto de resistir un esfuerzo de compresión.
- Resistencia a la tracción: Capacidad de resistir un esfuerzo de tracción.
- Resistencia a la flexión: Capacidad de resistir un esfuerzo de flexión.
- Módulo de elasticidad: Medida de la rigidez del concreto.
- Módulo de Poisson: Medida de la relación entre la deformación transversal y la deformación longitudinal del concreto.
- Fluencia: Deformación gradual del concreto bajo la acción de una carga sostenida.
- Retracción: Disminución del volumen del concreto al fraguar.

Resistencia mecánica a compresión del concreto

Es una propiedad fundamental que mide su capacidad para soportar cargas que lo empujan o aplastan, se utiliza en estructuras de todo tipo y nos permite conocer el comportamiento del material ante las cargas que actúan sobre él con el tiempo, en la mayoría de los países, la resistencia a la compresión se evalúa a los 28 días de edad, aunque existe una tendencia a realizarla a los 7 días. La velocidad a la que el concreto gana resistencia depende de diversos factores, como la composición del cemento, la relación agua-cemento (menor es mejor), la calidad de los agregados, la temperatura ambiente y el curado. Para determinar la resistencia a la compresión, se aplica una carga axial a muestras cilíndricas o cúbicas hasta que fallan, la resistencia se calcula dividiendo la carga máxima por el área de la sección transversal de la muestra. El procedimiento de ensayo está detallado en la Norma Técnica Peruana 339.034, que también establece criterios de precisión y confiabilidad para los resultados (Hernández et al. 2018).

Resistencia mecánica a la tracción del concreto

La resistencia a la tracción del concreto es una propiedad que indica su capacidad para resistir fuerzas que tienden a separarlo o estirarlo. Aunque el concreto es un material con alta resistencia a la compresión, presenta baja resistencia a la tracción debido a su naturaleza frágil, por lo que su evaluación es crucial para estimar el comportamiento del concreto ante esfuerzos indirectos y la aparición de fisuras. Una de las metodologías más comunes para evaluar esta propiedad es el ensayo de tracción indirecta (ensayo brasileño), en el cual se aplica una carga

diametral a una muestra cilíndrica hasta su fractura, lo que genera tensiones de tracción en la sección central de la probeta (ASTM C496/C496M-17).

La resistencia a la tracción es fundamental para el diseño estructural y la durabilidad de las edificaciones, ya que permite prever cómo se comportará el concreto ante cargas que puedan inducir agrietamientos. Factores como la relación agua-cemento, el tipo de agregado, el curado y la homogeneidad del mezclado influyen directamente en esta propiedad. A pesar de no ser una medida común en obras tradicionales, se utiliza con frecuencia en investigación, control de calidad y en estructuras donde la tracción desempeña un papel relevante (Neville, 2011).

Resistencia mecánica a la flexión del concreto

La resistencia a la flexión del concreto mide su capacidad para resistir esfuerzos combinados de tracción y compresión provocados por cargas perpendiculares a su eje longitudinal. Esta propiedad es especialmente relevante en elementos estructurales como vigas, losas y pavimentos, donde los momentos flectores son predominantes. El ensayo más común para determinar esta propiedad es el de flexión en viga simple con carga en el tercio del claro, estandarizado por la norma ASTM C78/C78M-22, el cual permite calcular el módulo de ruptura, que es un indicador de la resistencia a la flexión del concreto.

La flexión depende de múltiples factores, como la resistencia del concreto a la tracción, el tipo y tamaño del agregado, la homogeneidad de la mezcla y la correcta colocación y curado del material. A diferencia de la

compresión, la flexión está más influenciada por la microestructura del concreto y la presencia de defectos internos. Evaluar esta propiedad proporciona una estimación más conservadora del comportamiento estructural frente a cargas transversales, y es fundamental en diseños donde la capacidad portante ante flexión no puede ser suplida exclusivamente por el acero de refuerzo (Mindess, Young & Darwin, 2003).

2.2.2. Ensayo a compresión:

Cortés (2022) menciona que el ensayo a compresión es un método de prueba mecánica que se utiliza para determinar la resistencia a la compresión de un material, este tipo de ensayo se realiza aplicando una carga de compresión axial sobre una probeta del material hasta que este se fracture, la resistencia a la compresión se define como la máxima carga que el material puede soportar por unidad de área antes de fallar, los ensayos de resistencia del concreto endurecido se pueden realizar en las siguientes condiciones: Especímenes curados y moldeados de acuerdo con la NTP 339.033 y NTP 339.189, para todos los métodos, las probetas deben tener el diámetro, por lo menos, tres veces mayor que el diámetro máximo del agregado grueso y la longitud debe ser lo más cerca posible de dos veces el diámetro, no se deben usar núcleos y cilindros con altura menor que 95% del diámetro, antes o después del cabeceo. Los tipos de ensayos a compresión son: Ensayo a compresión uniaxial, biaxial y triaxial.

Los parámetros que se determinan en un ensayo a compresión según Cortés (2022):

- Resistencia a la compresión: Máxima carga que el material puede soportar por unidad de área antes de fallar.
- Módulo de elasticidad: Medida de la rigidez del material.
- Deformación a la rotura: Deformación máxima que el material experimenta antes de fallar.
- Curva de esfuerzo-deformación: Representa la relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación del material.

Los equipos utilizados en un ensayo a compresión según Cortés (2022)

- Prensa hidráulica: Máquina que aplica la carga de compresión sobre la probeta.
- Platos de compresión: Placas que se colocan en la parte superior e inferior de la probeta para distribuir la carga.
- Probetas: Especímenes del material a ensayar con una forma y dimensiones específicas.
- Instrumentos de medición: Se utilizan para medir la carga aplicada, la deformación de la probeta y otros parámetros.

2.2.3. Ensayo a tracción

Según Cortés (2022), el ensayo a tracción indirecta, también conocido como ensayo brasileño, es una prueba que permite determinar la resistencia a la tracción del concreto mediante la aplicación de una carga diametral sobre una probeta cilíndrica, generando tensiones de tracción en el plano central del espécimen. Este ensayo es útil para evaluar la tendencia del concreto a fisurarse ante cargas indirectas.

El método más común es el especificado en la norma ASTM C496/C496M, el cual exige que las probetas tengan dimensiones estándar y una correcta preparación de superficies para asegurar la distribución uniforme de cargas.

Parámetros que se determinan en el ensayo a tracción (Cortés, 2022):

- Resistencia a la tracción por división: carga máxima soportada antes de la fisura, dividida entre el área de resistencia.
- Deformación transversal: cambio de dimensión horizontal debido a la carga diametral.
- Curva esfuerzo-deformación: permite observar el comportamiento del concreto frente a tracción.

Equipos utilizados en el ensayo a tracción:

- Prensa hidráulica con soportes adaptados.
- Probetas cilíndricas (típicamente de 150 mm x 300 mm).
- Dispositivos de registro de carga y deformación.

2.2.4. Ensayo a flexión

El ensayo a flexión permite determinar la resistencia del concreto ante esfuerzos flectores, particularmente importante en elementos estructurales como losas y vigas. Según Cortés (2022), esta prueba se realiza aplicando una carga sobre una viga de concreto apoyada en sus extremos, comúnmente en tercio de luz, hasta su falla. El ensayo está regulado por normas como la ASTM C78/C78M, que define el procedimiento para calcular el módulo de ruptura.

Este ensayo ayuda a estimar la capacidad del concreto para resistir la formación de grietas bajo flexión, información vital para el diseño estructural.

Parámetros que se determinan en el ensayo a flexión (Cortés, 2022):

- Módulo de ruptura: resistencia del concreto al momento flector aplicado.
- Deformación en el eje neutro: variación dimensional ante carga.
- Curva esfuerzo-deformación: muestra el comportamiento antes del colapso.

Equipos utilizados en el ensayo a flexión:

- Máquina de ensayo con carga en dos puntos.
- Probetas prismáticas (usualmente de 150 mm x 150 mm x 500 mm).
- Soportes y rodillos de carga.
- Instrumentos para medir deflexión central.

2.2.5. Cemento Portland

Puertas (2024) establece que el cemento portland está compuesto esencialmente de silicato de calcio hidráulico y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio y es producido mediante la pulverización del Clinker. Por su parte Duda (2021) el cemento es un material artificial de naturaleza inorgánica y minera, que finalmente molidos y convenientemente amasados con agua forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire libre como debajo del agua.

Las propiedades físicas y mecánicas determinan su comportamiento y rendimiento en diferentes aplicaciones, Puertas (2024) las enumera las propiedades físicas:

- **Finura:** El tamaño de las partículas del cemento afecta su capacidad de hidratarse y desarrollar resistencia. Un cemento con mayor finura generalmente tendrá una mayor resistencia y trabajabilidad.
- **Densidad:** La densidad del cemento es la masa por unidad de volumen. Un cemento con mayor densidad generalmente tendrá una mayor resistencia y durabilidad.
- **Color:** El color del cemento depende principalmente de la composición química del clínker, el componente principal del cemento. Un cemento gris o blanco es común, pero también existen colores como el negro o el marrón.
- **Tiempo de fraguado:** El tiempo de fraguado es el tiempo que tarda el cemento en endurecerse y perder su plasticidad. Se divide en dos etapas: fraguado inicial y fraguado final.
- **Calor de hidratación:** El cemento libera calor durante la hidratación, lo que puede afectar el fraguado y la curación del concreto. Un cemento con mayor calor de hidratación puede generar mayores esfuerzos térmicos y requerir medidas de control.
- **Estabilidad volumétrica:** La estabilidad volumétrica del cemento se refiere a su capacidad para mantener su volumen sin agrietarse o deformarse. Un cemento con buena estabilidad volumétrica es importante para evitar problemas de fisuración en el concreto.

Puertas (2024) además enumera las propiedades físicas:

- **Resistencia a la compresión:** La resistencia a la compresión es la capacidad del cemento para soportar cargas que lo empujan o

aplastan, es la propiedad mecánica más importante del concreto y se mide en MPa (megapascuales) o psi (libras por pulgada cuadrada).

- **Módulo de elasticidad:** El módulo de elasticidad es la relación entre el esfuerzo y la deformación del cemento. Indica la rigidez del material y se mide en GPa (gigapascuales) o psi.
- **Resistencia a la tracción:** La resistencia a la tracción es la capacidad del cemento para soportar cargas que lo estiran o tensan, es menor que la resistencia a la compresión y se mide en MPa o psi.
- **Dureza:** La dureza del cemento es la resistencia a la penetración de un objeto, se mide mediante diferentes ensayos, como el ensayo Brindell o el ensayo Vickers.
- **Tenacidad:** La tenacidad del cemento es la capacidad de absorber energía antes de romperse, un cemento con mayor tenacidad es menos susceptible a la fragilización y rotura repentina.

2.2.6. Agregados

Son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes y el agua formando los concretos y morteros, viene a ser el conjunto de partículas provenientes de los materiales naturales o artificiales, pudiendo ser tratados o elaborados, de forma estable y cuyas dimensiones varían desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros, apropiados para la fabricación de morteros y concretos. Son de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en los límites fijados por la NTP 400.011 (2017) en el concreto el agregado ocupa del 60% al 75% del volumen del concreto, por su peso se clasifican en normal, liviano y pesado; por su limpieza se clasifican en sucio y limpio; y, por su

granulometría en agregado fino, agregado grueso, o agregado integral también conocido como hormigón (Cortés, 2022).

Clasificación por granulometría

Agregado fino: Proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (N°200); además de cumplir con los límites establecidos en la NTP 400.037 (2017). El contenido de agregado fino normalmente del 35% al 45% por masa o volumen total del agregado. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes, la granulometría seleccionada deberá ser perfectamente continua con valores retenidos en las mallas N°4, 8, 16, 30, 50, 100.

Tabla 1

Límites granulométricos del agregado fino

MALLA	%QUE PASA
(3/8")	100
(N°4)	95-100
(N°8)	80-100
(N°16)	50-85
(N°30)	25-60
(N°50)	10-30
(N°100)	2-10

Nota. Tomado de NTP 400.037 (2014)

Agregado grueso

La NTP 400.011 (2017) define como agregado grueso al material retenido en el tamiz N°4(4.75mm) y cumple los límites establecidos por la NTP

400.037 (2017). Podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida o agregados metálicos naturales o artificiales.

Es recomendable, según la NTP 400.037 (2017) tener en consideración:

- La granulometría seleccionada deberá ser de preferencia continua.
- No deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4" y

Propiedades físicas, según la NTP 400.021 (2017) son:

- Peso específico: Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario del material, a la masa en el aire de un volumen igual de agua libre de gas, a una temperatura especificada.
- Absorción: Capacidad que tiene los agregados para llenar de agua los vacíos permeables de su estructura interna, al ser sumergirlos durante 24 horas. La relación del incremento en peso de una muestra seca, expresada en porcentaje, se denomina porcentaje de absorción. Esta particularidad que depende de la porosidad es importante para corregir las dosificaciones de mezclas de concreto.
- Análisis granulométrico: Estudio en forma y tamaño que se encuentran distribuidas las partículas de un agregado. La cantidad de material se considerará de acuerdo a la NTP 400.021 (2017), 300 gr, para el agregado fino y para grueso de acuerdo a:

Tabla 2*Muestra a ensayar de agregado grueso - análisis granulométrico*

T.M de las partículas	Peso aprox. de muestra(kg)
3/8"	1.00
1/2"	2.00
3/4"	5.00
1"	10.00
1 1/2"	15.00
2"	20.00
2 1/2"	35.00
3 "	60.00
3 1/2"	100.00

Nota. Tomado de NTP 400.012 (2013).

- Módulo de finura: Indica el grosor predominante en las partículas del agregado. O sea, tamaño promedio ponderado que representa distribución de partículas. La demanda de agua será menor mientras mayor sea el módulo de finura. (NTP 400.01, 2008).
- Tamaño máximo y tamaño máximo nominal: Tamaño máximo: dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15 %, o más del agregado tamizado. (NTP 400.01, 2008).
- Tamaño máximo nominal: Se define como el tamiz más pequeño que produce el primer retenido. (NTP 400.01, 2008).
- Peso unitario o volumétrico: Se lo define como el peso del material seco que se necesita para llenar cierto recipiente de volumen unitario. Se emplea en conversión de cantidades en peso a volumen y viceversa. El peso unitario de los agregados está en función directa del tamaño, forma

y distribución de las partículas, y el grado de compactación. (NTP 400.017, 2011).

-Contenido de humedad: Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado, el contenido de humedad no se encuentra limitada en especificaciones, sin embargo, podemos manifestar, que, en los agregados finos, el contenido de humedad puede llegar a representar un 8% a más, mientras que, en el agregado grueso, puede representar un 4%. (NTP 339.185, 2013).

-Resistencia a la abrasión: Oposición que presentan los agregados sometidos a fuerzas de impacto y al desgaste por abrasión y frotamiento, ya sea de carácter mecánico o hidráulico. Se mide en función inversa al incremento del material fino; y cuando la pérdida de peso se expresa en porcentaje de la muestra original se le denomina porcentaje de desgaste.

En los agregados gruesos, ensayados al desgaste según el método de NTP 400.019 (2017) y NTP 400.020 (2017), se aceptará una pérdida no mayor del 50% del peso original.

Tabla 3

Carga abrasiva y peso de la muestra para abrasión

Gradación	Nº de esferas	Peso de la carga(gr)
A	12	5000±25
B	11	4584±25
C	08	3330±20
D	06	2500±15

Nota. Adaptado de NTP 400.019, 2013.

-Material más fino que el tamiz N°200: son elementos perjudiciales que, al presentarse en los agregados, disminuyen las propiedades

fundamentales del concreto, tanto en la elaboración como en su comportamiento posterior, la cantidad de material necesario se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 4

Cantidad de material para el ensayo

Tamaño Nominal Máximo (mm.)	Peso mínimo (gr.)
2.38	100
4.76	500
9.51	2000
19	2500
> 31.1	5000

Nota. Adaptado de NTP 400.018, 2013

2.2.7. Construcción de albañilería

Todo aquel sistema donde se ha empleado básicamente elementos de albañilería (muros, vigas, columnas, etc.), estos elementos a su vez están compuestos por unidades de arcilla, adheridas con mortero de cemento, la albañilería o mampostería se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda (Hernández et al, 2018).

Albañilería confinada: es el pórtico de concreto armado, que rodea al muro (Anexo N°2), sirve principalmente para ductilizar al sistema; esto para otorgarle capacidad de deformación inelástica, incrementando muy levemente su resistencia, por el hecho de que la viga ("solera", "viga collar", "collarín" o "viga

ciega") y las columnas son elementos de dimensiones pequeñas y con escaso refuerzo. Adicionalmente, el pórtico funciona como elemento de arriostre cuando la albañilería se ve sujeta a acciones perpendiculares a su plano (Bartolomé et al.,2020).

2.2.8. Construcción informal

Diseño, ejecución y supervisión que está a cargo de empíricos (maestros de obra artesanales sin formación profesional), se rige por supuestos técnicos y mitos, adquiridos y transmitidos por tradición oral y experiencia práctica no valida; no está sometida a control adicional que la auto supervisión del constructor, y la percepción subjetiva del propietario. A diferencia de la construcción formal que está a cargo de profesionales como arquitectos, ingenieros, contratistas y supervisores, que se rige por normas que garantizan requisitos de seguridad y eficiencia estructural, sometida a control en sus diferentes fases para asegurar el cumplimiento de normas y requiere intervención de entidades fiscalizadoras que confieren validez legal al inmueble (Hernández et al., 2018).

Aspecto técnico del concreto en construcciones informal

Garay y Quispe (2016), indican que, el método que utilizan para la producción del concreto informal repercute directamente en su calidad, durabilidad y resistencia; también influyen las características de los materiales que lo conforman, como por ejemplo el cemento y agua. La cantidad de cemento y agua intervienen en la variabilidad del concreto:

- Cantidad de cemento en la mezcla de concreto: de acuerdo al estudio realizado, se concluyó que la mayoría de obras utilizan 8 bolsas de

cemento por m³ de concreto, cantidad que se puede reducir tomando como alternativa el correcto empleo del aditivo super plastificante acompañado de un buen diseño de mezcla. El exceso en la proporción del cemento influye en los resultados de resistencia a la compresión.

- Contenido de agua en la mezcla de concreto: la cantidad de agua con relación a la cantidad de cemento influye en la calidad del concreto endurecido. Un alto contenido de agua tiene como resultado una resistencia inferior y menor módulo de elasticidad; y, por tanto, tiene una mayor tendencia al cambio de volumen debido a la contracción por secado

2.2.9. Teoría del diseño de mezclas

Según Rondón y Reyes (2023), el diseño de mezcla es determinar las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, el diseño de mezclas puede definirse también como el proceso de selección de los componentes y combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuada y que en el estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador e indicados en los planos y especificaciones de obra.

En la selección de las proporciones de las mezclas de concreto el diseñador debe de tener en cuenta: las propiedades del concreto endurecido y no endurecido.

2.4. Definición de términos básicos

- **Autoconstrucción:** Proceso mediante el cual los propietarios o maestros de obra construyen viviendas sin supervisión de profesionales, utilizando recursos locales y materiales disponibles. Este proceso frecuentemente conduce al uso de concreto informal y prácticas constructivas que no cumplen con normas técnicas (Cuba, 2017; Marín, 2019).
- **Concreto informal:** Mezcla de cemento, agua y agregados (arena y grava) elaborada en obra sin supervisión técnica ni control de calidad, cuyo comportamiento mecánico puede variar considerablemente, afectando la seguridad estructural de las edificaciones. Se caracteriza por la ausencia de diseño de mezcla estandarizado y prácticas de curado no controladas (Estela, 2020; Marín, 2019; García, 2021).
- **Curado del concreto:** Proceso mediante el cual el concreto mantiene humedad y temperatura adecuadas para que el cemento hidrate correctamente y alcance la resistencia prevista. El curado en obra, especialmente en construcciones informales, suele ser insuficiente, afectando negativamente la resistencia final del concreto (Estela, 2020; Marín, 2019).
- **Dosificación:** Proporción de cemento, agregados y agua utilizada para elaborar concreto. Una dosificación inadecuada en la autoconstrucción puede provocar mezclas demasiado fluidas o secas, afectando la resistencia a compresión, flexión y tracción (Ortiz, 2015; Venegas, 2020).

- **Concreto informal:** El concreto informal para esta investigación se refiere al concreto usado en la autoconstrucción de viviendas, el cual ha sido elaborado sin supervisión profesional ni cumplimiento de la normativa técnica.
- **Resistencia a la compresión:** Capacidad del concreto para soportar cargas axiales antes de fracturarse. Es una de las propiedades mecánicas más importantes para garantizar la estabilidad estructural. En construcciones informales, la resistencia a compresión suele ser inferior a los valores mínimos exigidos por normas como NTP E.060 y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (Castillo, 2021; García, 2021; Guerrero, 2023).
- **Resistencia a la flexión:** Capacidad del concreto para resistir esfuerzos que provocan curvatura o doblado. Esta propiedad es fundamental en elementos estructurales como vigas y losas. La flexión del concreto informal a menudo es insuficiente debido a la dosificación inadecuada y materiales de baja calidad (Estrada & Vivanco, 2019; Ortiz, 2015).
- **Resistencia a la tracción:** Capacidad del concreto para resistir fuerzas que tienden a separarlo longitudinalmente. Aunque el concreto tiene baja resistencia a tracción, esta propiedad es importante en elementos sometidos a esfuerzos horizontales o sísmicos (Aguilar & Yamunaque, 2021; García, 2021).

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

H₀: El concreto informal utilizado en las construcciones de la ciudad de Cajamarca incumplen en más del 15% comparado con los estándares mínimos de resistencia mecánica establecidos por la normativa peruana.

3.2. Variables

Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto informal.

Sub variable o categorías: Resistencia mecánica en compresión, flexión y tracción.

3.3. Operacionalización de los componentes de la hipótesis

Tabla 5

Operacionalización de variables

Variable	Sub variables	Indicadores	Técnica / Instrumento	Unidad
Variable Dependiente: Propiedades mecánicas del concreto informal	Resistencia a la compresión	Carga máxima soportada	Ensayo según NTP 339.034 / ASTM C39/C39M	kg/cm ²
	Resistencia a la tracción	Resistencia a tracción indirecta	Ensayo según ASTM C496	kg/cm ²
	Resistencia a la flexión	Módulo de ruptura	Ensayo según ASTM C78	kg/cm ²
	Comparación normativa	Diferencia con valores normativos de NTP, ACI y RNE	Análisis comparativo / Tabla de equivalencias	%

CAPÍTULO IV

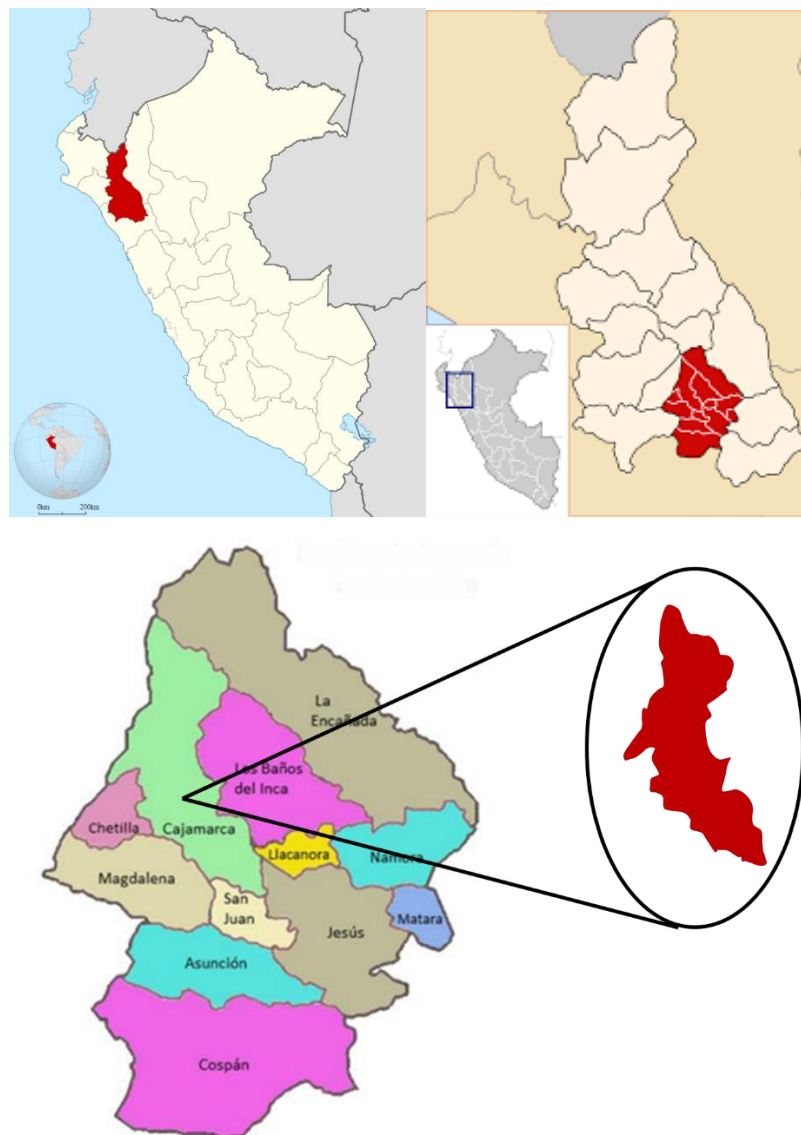
MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica

La investigación se desarrolló en ciudad de Cajamarca, en los sectores de Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca pertenecientes a la zona de expansión de la ciudad.

Figura 1

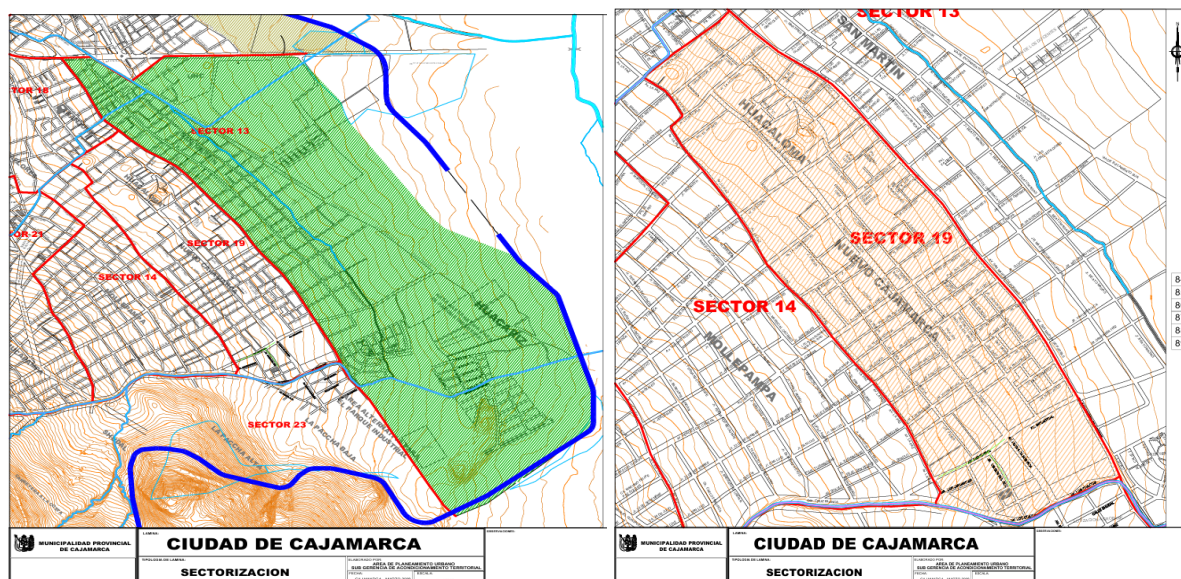
Ubicación geográfica del estudio



Nota: Google imágenes

Figura 2

Sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca



Nota: Plano Catastral MPC (2022)

4.2. Diseño de la investigación

El diseño es **no experimental**, ya que no se manipulan deliberadamente las variables; por el contrario, se observa y determina las propiedades mecánicas del concreto informal tal como se presenta en las construcciones existentes en la ciudad de Cajamarca.

Nivel **descriptivo**, siendo el propósito principal la caracterización las propiedades mecánicas del concreto informal empleado en edificaciones, sin establecer relaciones causales entre variables.

El diseño es también de tipo **transversal**, pues la recolección de datos se lleva a cabo en un único momento del tiempo. Para ello, se trabajó con una muestra de 150 especímenes de concreto, obtenidos de distintas construcciones, con el fin de evaluar sus propiedades mecánicas bajo condiciones actuales.

4.3. Métodos de investigación

Se aplicó el método **hipotético-deductivo**, el cual permitió formular hipótesis fundamentadas en conocimientos previos y someterlas a contraste empírico mediante ensayos en laboratorio. En este contexto, se parte de la premisa de que el concreto informal empleado en las construcciones de la ciudad de Cajamarca podría presentar deficiencias en su resistencia mecánica, debido a la carencia de controles técnicos durante su elaboración. El proceso metodológico inició con la observación del problema, seguido por la revisión de literatura científica y normativa sobre las propiedades del concreto. A partir de ello, se planteó una hipótesis que fue evaluada mediante ensayos de laboratorio, cuyos resultados permitieron confirmar o rechazar la hipótesis inicial, contribuyendo al conocimiento sobre el comportamiento del concreto informal y su implicancia en la seguridad estructural.

Asimismo, se utilizó el **método de medición** como procedimiento técnico. Este consistió en la extracción de muestras representativas de concreto informal a partir de diversas construcciones en los sectores de estudio. Dichas muestras fueron moldeadas en probetas cilíndricas, prismáticas y en forma de briquetas, según las especificaciones técnicas estipuladas en las normas nacionales e internacionales vigentes (como NTP 339.034 y ASTM C39 para compresión, ASTM C78 para flexión, y ASTM C496 para tracción indirecta), con el fin de evaluar objetivamente sus propiedades mecánicas a través de ensayos estandarizados.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

4.4.1. Población y muestra

Población: En el marco de la presente investigación, la población está conformada por las probetas de concreto extraídas de viviendas autoconstruidas ubicadas en los sectores de Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca, en la ciudad de Cajamarca. Dichas probetas corresponden al concreto utilizado en estas edificaciones y serán sometidas a ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción.

Muestra: Se adoptó un muestreo no probabilístico intencional, considerando un total de 450 probetas de concreto obtenidas de 30 viviendas autoconstruidas de tres zonas de expansión urbana de Cajamarca, Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca, de cada vivienda, se extrajeron quince probetas de concreto. La distribución de las probetas por zona se realizó de manera equitativa, asegurando la representatividad de cada sector dentro del estudio.

Tabla 6*Distribución de muestras de probetas por zonas estudiadas*

	Zona de expansión Urbana						Total probetas
	Huacariz		Mollepampa		Nuevo Cajamarca		
Edad de ensayo	N° de Casas	N° de probetas por casa	N° de Casas	N°de probetas por casa	N° de Casas	N° de probetas por casa	
28 días	10	15	10	15	10	15	
N° Probetas	150		150		150		

4.4.2. Unidad de análisis y unidad de observación

Unidad de análisis: Estuvo constituida por las propiedades mecánicas del concreto informal obtenidos de las viviendas autoconstruidas de los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca, en la ciudad de Cajamarca.

Unidad de observación: Fueron las probetas de concreto extraídas de columnas, vigas y losas de las viviendas seleccionadas, las cuales fueron sometidas a ensayos de compresión, flexión y tracción en laboratorio. Cada probeta permite obtener datos cuantitativos sobre las propiedades mecánicas del concreto, que luego se generalizan a nivel de la vivienda.

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

4.5.1. Técnicas de recopilación de información

Revisión documental: Se analizaron normas técnicas, reglamentos de edificación y antecedentes de investigaciones previas relacionadas con la resistencia del concreto informal en construcciones autoconstruidas.

Observación del experimento: Se miró y registro los ensayos estandarizados realizados en las probetas extraídas de las viviendas

seleccionadas, incluyendo pruebas de resistencia a compresión, flexión y tracción, con el fin de obtener datos cuantitativos sobre las propiedades mecánicas del concreto.

4.5.2. Instrumento de recopilación de información

Protocolo de ensayo a compresión, flexión y tracción de laboratorio:

Documento diseñado para registrar los resultados obtenidos de cada probeta de concreto, incluyendo identificación de la vivienda, tipo de elemento estructural (columna, viga, losa), dimensiones de la probeta, resultados de los ensayos de compresión, flexión y tracción, así como observaciones sobre la calidad de la mezcla y el curado.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Organización de datos: Los resultados de los ensayos de laboratorio se registraron en tablas de Excel, clasificando cada probeta por vivienda, sector y tipo de elemento estructural.

Análisis estadístico: Se calcularon valores promedio, desviaciones estándar y porcentajes de cumplimiento respecto a los estándares normativos (NTP, RNE, ACI).

Comparación con normas técnicas: Los resultados obtenidos fueron contrastados con los valores mínimos exigidos por la normativa vigente, determinando el grado de cumplimiento de las propiedades mecánicas del concreto informal.

Interpretación de los resultados del experimento: Se realizaron conclusiones sobre la seguridad estructural del concreto utilizado en las

viviendas evaluadas, identificando deficiencias y proponiendo recomendaciones técnicas.

4.7. Equipos, materiales, insumos

4.7.1. Equipos:

Los equipos utilizados para la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto fueron:

- Prensa hidráulica de compresión: Para determinar la resistencia a compresión de las probetas.
- Banco de flexión (máquina de ensayo universal): Para medir la resistencia a flexión de vigas y probetas de concreto.
- Máquina de tracción: Para ensayos de resistencia a tracción en probetas estándar.
- Vibrómetro o compactador de probetas: Para asegurar una correcta consolidación de las probetas en laboratorio.
- Cinta métrica, calibradores y balanzas (capacidad de 30 Kg y precisión de 1 g): Para medir dimensiones, masas y proporciones de los elementos ensayados.

4.7.2. Materiales:

Los materiales corresponden a los componentes empleados para la elaboración de los concretos informal en viviendas autoconstruidas.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Resistencia a la compresión

- Sector Huacariz

Tabla 7

Resistencia a compresión de viviendas en sector Huacariz, datos agrupados

N° Vivienda	Resistencia a compresión	
	(kg/cm ²)	% f'c _{min}
01	105.35	50.17
02	125.43	59.73
03	107.31	51.10
04	124.14	59.11
05	152.71	72.72
06	149.36	71.12
07	110.08	52.42
08	128.16	61.03
09	117.74	56.07
10	112.94	53.78
Promedio	123.32	58.72

Nota: la resistencia mínima considera por la normativa es de 210 kg/cm²

Figura 3

Gráfica de resistencia a compresión de viviendas en sector Huacariz



- **Sector Mollepampa**

Tabla 8

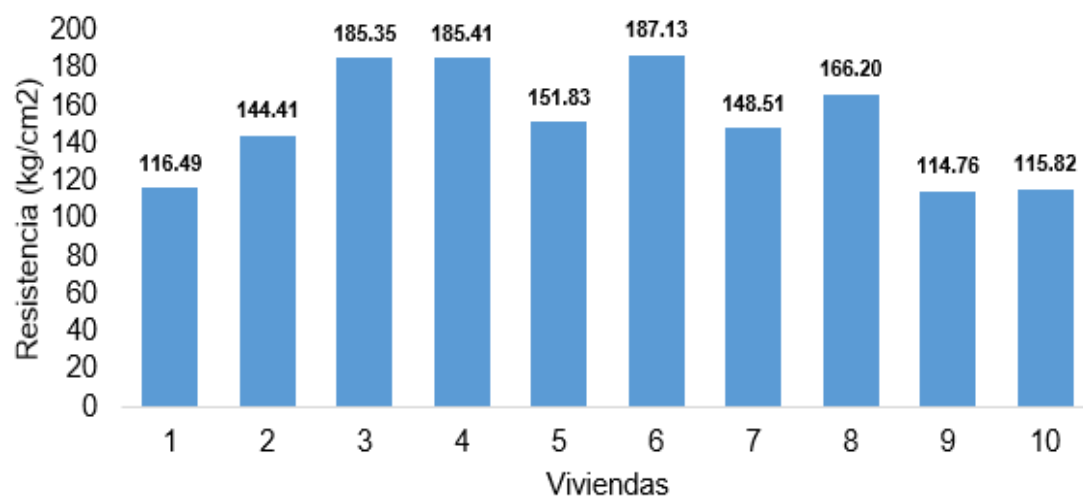
Resistencia a compresión de viviendas en sector Mollepampa, datos agrupados

N° Vivienda	Resistencia a compresión (kg/cm²)	% f'c min
01	116.49	55.47
02	144.41	68.77
03	185.35	88.26
04	185.41	88.29
05	151.83	72.30
06	187.13	89.11
07	148.51	70.72
08	166.20	79.14
09	114.76	54.65
10	115.82	55.15
Promedio	151.59	72.19

Nota: la resistencia mínima considera por la normativa es de 210 kg/cm²

Figura 4

Gráfica de resistencia a compresión de viviendas en sector Mollepampa



- Sector Nuevo Cajamarca**

Tabla 9

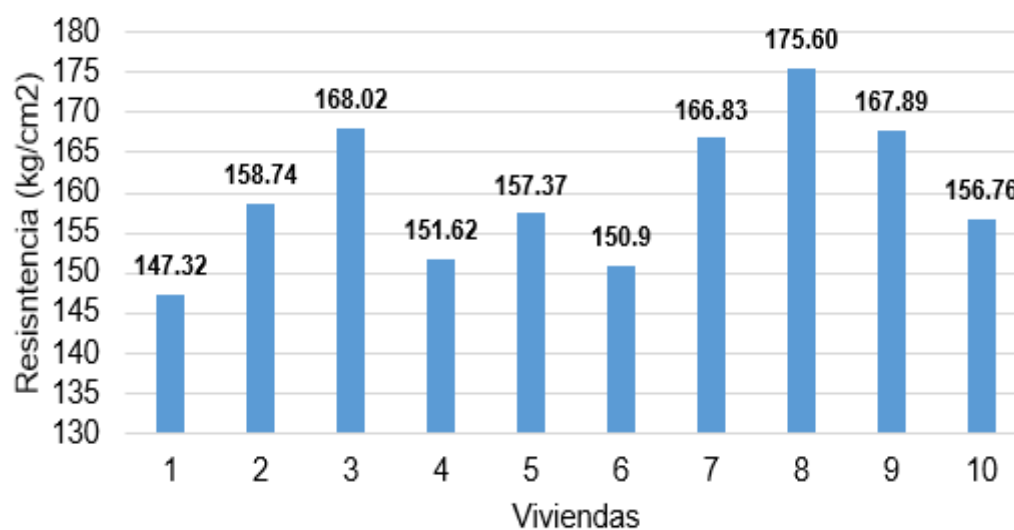
Resistencia a compresión de viviendas en sector Nuevo Cajamarca, datos agrupados

N° Vivienda	Resistencia a compresión	
	(kg/cm²)	% f'c min
1	147.32	70.15
2	158.74	75.59
3	168.02	80.01
4	151.62	72.20
5	157.37	74.94
6	150.9	71.86
7	166.83	79.44
8	175.60	83.62
9	167.89	79.95
10	156.76	74.65
Promedio	160.11	76.24

Nota: la resistencia mínima considera por la normativa es de 210 kg/cm²

Figura 5

Gráfica de resistencia a compresión de viviendas en sector Nuevo Cajamarca



5.1.2. Resistencia a la flexión – “Módulo de rotura”

- Sector Huacariz

Tabla 10

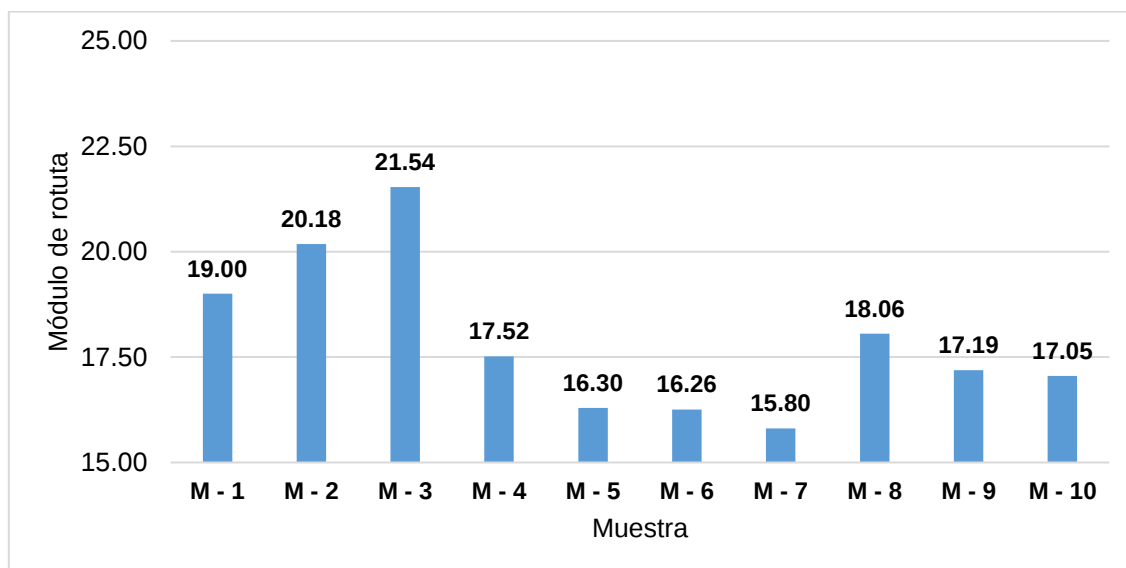
Resistencia a la flexión de las viviendas del sector Huacariz, datos agrupados

Descripción	Módulo de rotura (kg/cm ²)	% f'r min
M - 1	19.00	50.00
M - 2	20.18	53.11
M - 3	21.54	56.68
M - 4	17.52	46.11
M - 5	16.30	42.89
M - 6	16.26	42.79
M - 7	15.80	41.58
M - 8	18.06	47.53
M - 9	17.19	45.24
M - 10	17.05	44.87
Promedio	17.89	47.08

Nota: la resistencia mínima considera por la normativa es de 38 kg/cm²

Figura 6

Gráfica de resistencia a la flexión de las viviendas del sector Huacariz



- Sector Mollepampa**

Tabla 11

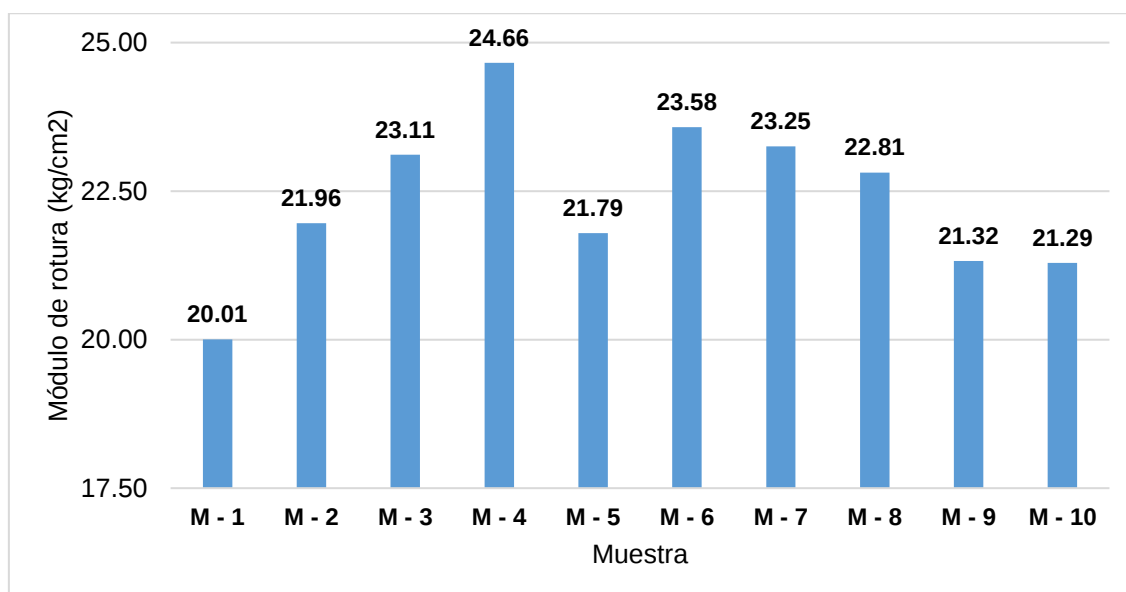
Resistencia a la flexión de las viviendas del sector Mollepampa, datos agrupados

Descripción	Módulo de rotura (kg/cm ²)	% f _{r min}
M - 1	20.01	52.66
M - 2	21.96	57.79
M - 3	23.11	60.82
M - 4	24.66	64.89
M - 5	21.79	57.34
M - 6	23.58	62.05
M - 7	23.25	61.18
M - 8	22.81	60.03
M - 9	21.32	56.11
M - 10	21.29	56.03
Promedio	22.38	58.89

Nota: la resistencia mínima considera por la normativa es de 38 kg/cm²

Figura 7

Gráfica de resistencia a la flexión de las viviendas del sector Mollepampa



- **Sector Nuevo Cajamarca**

Tabla 12

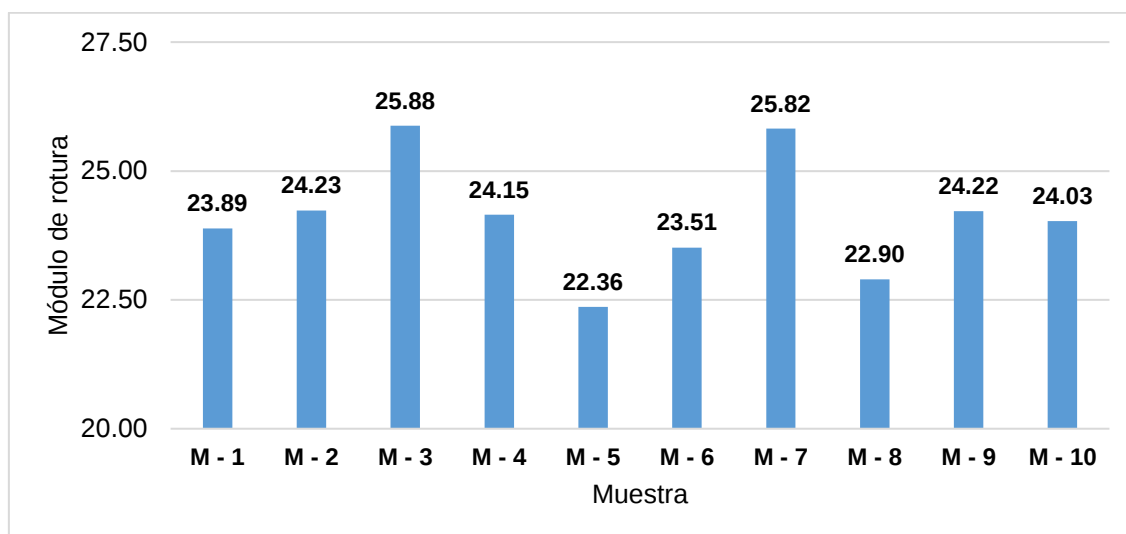
Resistencia a la flexión de las viviendas del sector Nuevo Cajamarca, datos agrupados

Descripción	Módulo de rotura (kg/cm ²)	% fr _{min}
M - 1	23.89	62.87
M - 2	24.23	63.76
M - 3	25.88	68.11
M - 4	24.15	63.55
M - 5	22.36	58.84
M - 6	23.51	61.87
M - 7	25.82	67.95
M - 8	22.90	60.26
M - 9	24.22	63.74
M - 10	24.03	63.24
Promedio	24.10	63.42

Nota: la resistencia mínima considera por la normativa es de 38 kg/cm²

Figura 8

Gráfica de resistencia a la flexión de las viviendas del sector Nueva Cajamarca



5.1.3. Resistencia a la tracción – indirecta “método brasileño”

- Sector Huacariz

Tabla 13

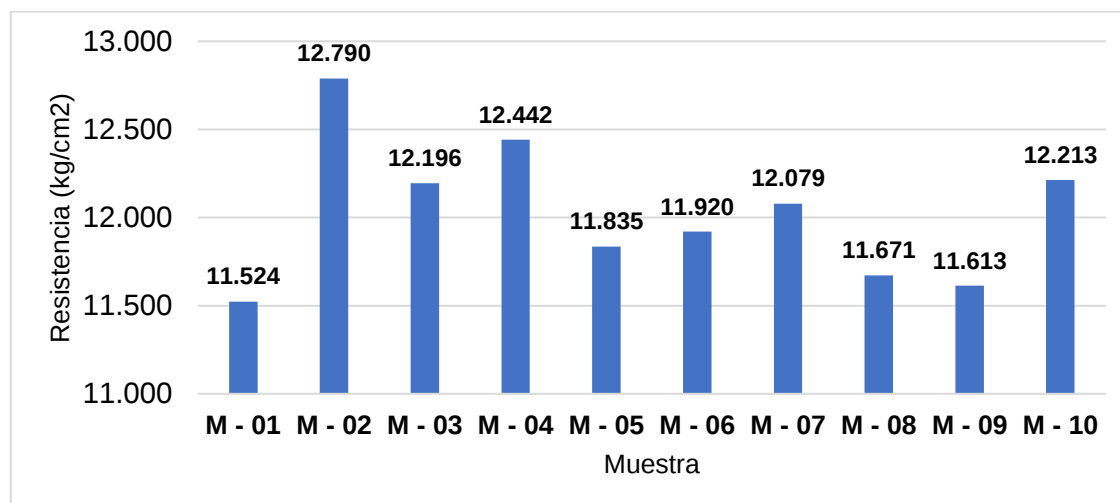
Resistencia a la tracción de las viviendas del sector Huacariz, datos agrupados

Descripción	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	% fsp _{min}
M - 01	11.524	58.14
M - 02	12.790	64.53
M - 03	12.196	61.53
M - 04	12.442	62.77
M - 05	11.835	59.71
M - 06	11.920	60.14
M - 07	12.079	60.94
M - 08	11.671	58.88
M - 09	11.613	58.59
M - 10	12.213	61.62
Promedio	12.028	60.69

Nota: la resistencia mínima considera por la normativa es de 19.82 kg/cm²

Figura 9

Gráfica de resistencia a la tracción de las viviendas del sector Huacariz



- **Sector Mollepampa**

Tabla 14

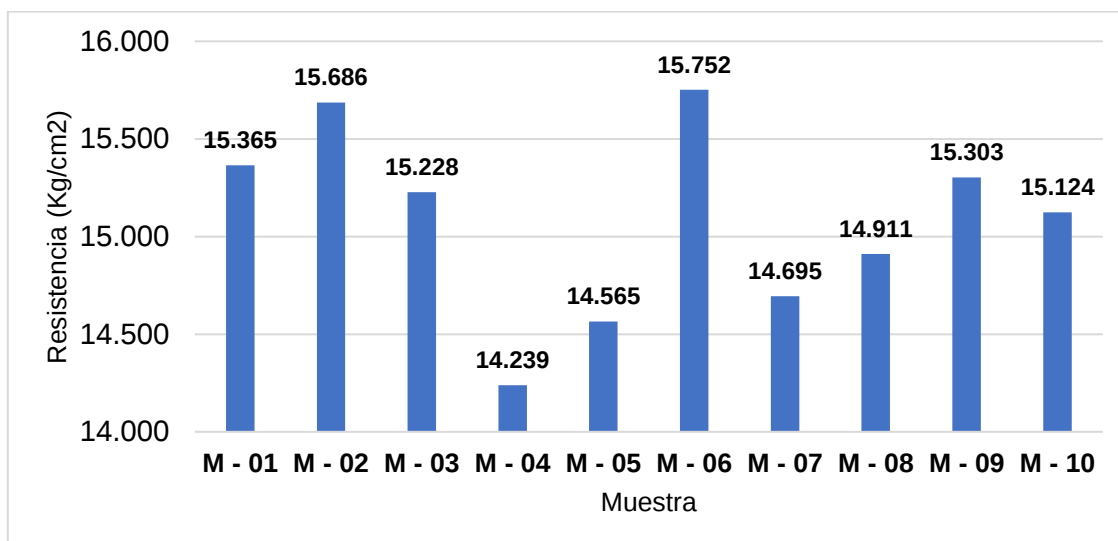
Resistencia a la tracción de las viviendas del sector Mollepampa, datos agrupados

Descripción	Resistencia a la tracción (kg/cm²)	% fsp _{min}
M - 01	15.365	77.52
M - 02	15.686	79.14
M - 03	15.228	76.83
M - 04	14.239	71.84
M - 05	14.565	73.49
M - 06	15.752	97.48
M - 07	14.695	74.14
M - 08	14.911	75.23
M - 09	15.303	77.21
M - 10	15.124	76.31
Promedio	15.087	76.12

Nota: la resistencia mínima considera por la normativa es de 19.82 kg/cm²

Figura 10

Gráfica de la resistencia a la tracción de las viviendas del sector Mollepampa



- **Sector Nuevo Cajamarca**

Tabla 15

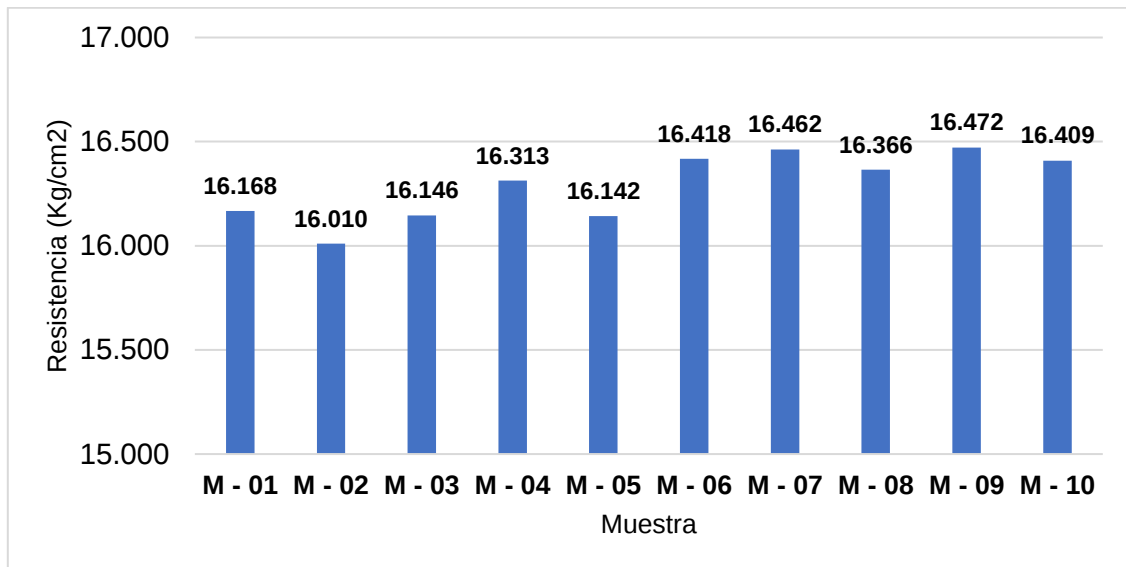
Resistencia a la tracción de las viviendas del sector Nuevo Cajamarca, datos agrupados

Descripción	Resistencia a la tracción (kg/cm²)	% fsp min
M - 01	16.168	81.57
M - 02	16.010	80.78
M - 03	16.146	81.46
M - 04	16.313	82.31
M - 05	16.142	81.44
M - 06	16.418	82.84
M - 07	16.462	83.06
M - 08	16.366	82.57
M - 09	16.472	83.11
M - 10	16.409	82.79
Promedio	16.29	82.19

Nota: la resistencia mínima considera por la normativa es de 19.82 kg/cm²

Figura 11

*Gráfica de resistencia a la tracción de las viviendas del sector Nuevo
Cajamarca*



5.1.4. Comparación de resultados con estándares normativos.

Tabla 16

Comparación de resultados obtenidos con estándares normativos

Propiedad evaluada	Norma referencial	Valor normativo mínimo	Huacariz	% Diferencia Huacariz	Mollepampa	% Diferencia Mollepampa	Nuevo Cajamarca	% Diferencia Nuevo Cajamarca
Compresión (kg/cm ²)	NTP 339.034 / ACI / RNE	210.00	123.32	-41.28%	151.59	-27.81%	160.11	-23.76%
Flexión (kg/cm ²)	ACI 318 (≈18% f _c)	38.00	17.89	-52.92%	22.38	-41.10%	24.10	-36.58%
Tracción (kg/cm ²)	ACI 318 (≈9.44% f _c)	19.82	12.03	-39.31%	15.09	-23.88%	16.29	-17.81%

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

5.2.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados de la resistencia compresión

- **Sector Huacariz**

De acuerdo con la Tabla 7 y la Figura 3, la resistencia promedio a la compresión en Huacariz fue de 123.32 kg/cm² (que varía en un rango con un valor mínimo de 105.35 kg/cm² y un valor máximo de 152.71 kg/cm²), representa un 41.28 % menos que el valor mínimo establecido en el capítulo 21 de la Norma E.060 (210 kg/cm²). El valor evidencia deficiencias significativas en la capacidad del concreto para soportar cargas axiales, comprometiendo la seguridad estructural de elementos como columnas y muros.

- **Sector Mollepampa**

Según los resultados de la Tabla 8 y la Figura 4, en Mollepampa la resistencia a la compresión alcanzó 151.59 kg/cm² (que varía en un rango con un valor mínimo de 114.76 kg/cm² y un valor máximo de 187.13 kg/cm²), un 27.81 % debajo del valor mínimo establecido en el capítulo 21 de la Norma E.060 (210 kg/cm²). Por lo que, sigue reflejando deficiencias importantes en la calidad del concreto informal empleado, lo que podría afectar la estabilidad de la estructura ante cargas extremas o sísmicas.

- **Sector Nuevo Cajamarca**

De acuerdo con la Tabla 9 y la Figura 5, la resistencia a la compresión promedio en Nuevo Cajamarca fue de 160.11 kg/cm² (que varía en un rango con un valor mínimo de 143.32 kg/cm² y un valor

máximo de 175.60 kg/cm²), un 23.76 % menor que el valor normativo mínimo establecido en el capítulo 21 de la Norma E.060 (210 kg/cm²). Aunque aún no cumple con el estándar, muestra mayor valor respecto a los otros sectores

En cuanto a la resistencia a la compresión, los resultados muestran que ningún sector alcanzó el valor normativo mínimo de 210 kg/cm². El sector Huacariz presentó el resultado más bajo (123.32 kg/cm²), con una diferencia negativa del 41.28%, lo cual indica una muy baja resistencia a compresión. Mollepampa (151.59 kg/cm²) y Nuevo Cajamarca (160.11 kg/cm²) si bien presentan valores superiores a Huacariz, siguen siendo insuficientes, con diferencias de -27.81% y -23.76%, respectivamente. Estas cifras coinciden con lo reportado por investigaciones como las de Guerrero (2023) en Chiclayo y García (2021) en Trujillo, donde la resistencia a la compresión del concreto informal se halló considerablemente por debajo de lo requerido, atribuyéndose a prácticas constructivas deficientes, como la mala dosificación y el uso de materiales de baja calidad.

5.2.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados de la resistencia a flexión

- **Sector Huacariz**

Según los resultados presentados en la Tabla 10 y la Figura 6, el módulo de rotura promedio en Huacariz fue 17.89 kg/cm² (que varía en un rango con un valor mínimo de 15.80 kg/cm² y un valor máximo de 21.54 kg/cm²), lo que representa un 52.92 % menos que el valor normativo de

38 kg/cm² que se establece dentro del capítulo ACI 318 ($\approx 18\% f'_c$). Esta baja resistencia evidencia que el concreto tiene una capacidad limitada para soportar esfuerzos de flexión, aumentando la probabilidad de aparición de fisuras y fallas frágiles en vigas, losas y otros elementos estructurales sometidos a cargas de doblado.

- **Sector Mollepampa**

De acuerdo con la Tabla 11 y la Figura 7, el módulo de rotura promedio en Mollepampa fue de 22.38 kg/cm² (que varía en un rango con un valor mínimo de 20.01 kg/cm² y un valor máximo de 24.66 kg/cm²), un 41.10 % inferior al valor normativo de 38 kg/cm² que se establece dentro del capítulo ACI 318 ($\approx 18\% f'_c$). Esto indica que el concreto presenta deficiencias similares en su resistencia a la flexión, lo que incrementa la probabilidad de fisuración y fallas frágiles en los elementos estructurales.

- **Sector Nuevo Cajamarca**

Según los datos de la Tabla 12 y la Figura 8, el módulo de rotura promedio en Nuevo Cajamarca alcanzó 24.10 kg/cm² (que varía en un rango con un valor mínimo de 22.36 kg/cm² y un valor máximo de 25.88 kg/cm²), un 36.58 % por debajo del valor normativo de 38 kg/cm² que se establece dentro del capítulo ACI 318 ($\approx 18\% f'_c$). Aunque presenta la mayor resistencia entre los tres sectores, el concreto todavía muestra una capacidad limitada frente a esfuerzos de flexión, favoreciendo la aparición de fisuras y fallas frágiles en vigas, losas y otros elementos estructurales.

Respecto a la resistencia a la flexión, se observa un patrón similar. El valor normativo aproximado, basado en el 18% de la resistencia a la compresión según el ACI 318, es de 38 kg/cm². Huacariz obtuvo 17.89 kg/cm², lo que representa una disminución del 52.92%. Mollepampa alcanzó 22.38 kg/cm² (-41.10%) y Nuevo Cajamarca, 24.10 kg/cm² (-36.58%). Estos bajos valores reflejan una deficiente capacidad del concreto para resistir momentos flectores, lo cual es particularmente preocupante para elementos estructurales horizontales como vigas o losas. Estudios similares, como el de Ortiz (2015) en Colombia, también resaltan la vulnerabilidad del concreto informal frente a cargas transversales, debido a factores como la inadecuada proporción agua-cemento y el mal manejo de agregados.

5.2.3. Análisis, interpretación y discusión de resultados de la resistencia a tracción

- **Sector Huacariz**

Según los resultados de la Tabla 13 y la Figura 9, la resistencia a la tracción indirecta en Huacariz fue de 12.03 kg/cm² (que varía en un rango con un valor mínimo de 11.52 kg/cm² y un valor máximo de 12.79 kg/cm²), lo que representa un 39.31 % menos que el valor normativo de 19.82 kg/cm², que se establece dentro del capítulo ACI 318 ($\approx 9.44\% f'_c$). Este bajo desempeño evidencia una cohesión interna deficiente del concreto, lo que incrementa la probabilidad de aparición de fisuras y fallas frágiles en elementos estructurales sometidos a esfuerzos de tensión.

- **Sector Mollepampa**

De acuerdo con la Tabla 14 y la Figura 10, en Mollepampa la resistencia promedio a la tracción indirecta fue de 15.09 kg/cm² (que varía en un rango con un valor mínimo de 14.239 kg/cm² y un valor máximo de 15.752 kg/cm²), lo que representa un 23.88 % inferior al valor normativo 19.82 kg/cm², que se establece dentro del capítulo ACI 318 ($\approx 9.44\% f'_c$), esta resistencia sigue siendo insuficiente, comprometiendo el comportamiento del concreto frente a esfuerzos de tensión.

- **Sector Nuevo Cajamarca**

Según los datos de la Tabla 15 y la Figura 11, el sector Nuevo Cajamarca presentó la mayor resistencia a la tracción, con un promedio de 16.29 kg/cm² (que varía en un rango con un valor mínimo de 16.010 kg/cm² y un valor máximo de 16.472 kg/cm²), un 17.81 % menor que el valor normativo 19.82 kg/cm², que se establece dentro del capítulo ACI 318 ($\approx 9.44\% f'_c$)

La resistencia a la tracción también resultó insuficiente. Tomando como referencia el 9.44% de la resistencia a la compresión, se estima un valor normativo de 19.82 kg/cm². En este caso, Huacariz presentó 12.03 kg/cm² (-39.31%), Mollepampa 15.09 kg/cm² (-23.88%) y Nuevo Cajamarca 16.29 kg/cm² (-17.81%). Aunque este último sector muestra un desempeño ligeramente mejor, ningún resultado cumple con los estándares. La baja resistencia a la tracción sugiere una escasa cohesión interna del concreto, lo que incrementa el riesgo de fisuras y fallas frágiles. Esta debilidad estructural fue también evidenciada por Chuquibala y

Vásquez (2023) en Cutervo, quienes encontraron valores de resistencia similares, concluyendo que las fallas en la tracción suelen derivarse de un deficiente curado y una mala calidad en los agregados.

Por lo que, los resultados obtenidos en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto informal utilizado en viviendas de los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca de la ciudad de Cajamarca permiten evidenciar que, en todos los casos, la resistencia a la compresión, flexión y tracción se encuentra por debajo de los valores mínimos establecidos por las normas técnicas NTP, ACI y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Esta situación confirma la hipótesis de investigación (H1) y pone de manifiesto deficiencias estructurales significativas que podrían comprometer la seguridad de las edificaciones en contextos sísmicos o de carga elevada.

La comparación entre los tres sectores muestra mejores resultados progresivamente desde Huacariz hasta Nuevo Cajamarca. Sin embargo, las zonas evaluadas no alcanzan los niveles mínimos exigidos para garantizar seguridad estructural.

Estos resultados coinciden con los antecedentes tanto internacionales como nacionales revisados en el marco teórico. Por ejemplo, Barreto y Ganzhi (2018) en Ecuador y Estela (2020) en Chiclayo reportan problemas similares en cuanto a resistencia deficiente, malas prácticas constructivas y el uso de materiales inadecuados en edificaciones informales. Además, Marín (2019) en Cajamarca demostró que incluso el proceso de curado, cuando se realiza fuera de condiciones controladas, impacta negativamente la resistencia del concreto.

Finalmente, los hallazgos de esta investigación refuerzan la urgente necesidad de capacitar a los autoconstructores y promover el uso de técnicas y materiales adecuados, así como establecer mecanismos de control y seguimiento en zonas de expansión urbana donde la autoconstrucción informal es predominante. También se pone de relieve la importancia de adoptar programas municipales o regionales de supervisión técnica y asistencia en obra, con el fin de minimizar los riesgos estructurales y garantizar la habitabilidad de las viviendas.

5.3. Contrastación de hipótesis

Con base en los resultados obtenidos en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto informal —resistencia a la compresión, flexión y tracción— utilizado en las viviendas de los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca, se procedió a contrastar la hipótesis de investigación.

La hipótesis nula (H_0) planteaba que:

“Las propiedades mecánicas del concreto informal utilizado en las construcciones de viviendas de los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca cumplen con los valores mínimos requeridos por las normas NTP, ACI y RNE.”

Tras la aplicación de los ensayos correspondientes, se obtuvieron los siguientes valores promedio:

Resistencia a la compresión:

Huacariz: 123.32 kg/cm² (–41.28%)

Mollepampa: 151.59 kg/cm² (–27.81%)

Nuevo Cajamarca: 160.11 kg/cm² (–23.76%)

Valor normativo mínimo: 210 kg/cm²

Resistencia a la flexión:

Huacariz: 17.89 kg/cm² (–52.92%)

Mollepampa: 22.38 kg/cm² (–41.10%)

Nuevo Cajamarca: 24.10 kg/cm² (–36.58%)

Valor normativo estimado: 38 kg/cm²

Resistencia a la tracción:

Huacariz: 12.03 kg/cm² (–39.33%)

Mollepampa: 15.09 kg/cm² (–23.88%)

Nuevo Cajamarca: 16.29 kg/cm² (–17.81%)

Valor normativo estimado: 19.82 kg/cm²

Los datos evidencian que **ninguno** de los sectores evaluados **alcanza los valores mínimos** exigidos por las normas técnicas nacionales e internacionales. Las diferencias negativas observadas en compresión, flexión y tracción son significativas y reflejan deficiencias importantes en la calidad del concreto utilizado en estas construcciones informales.

Por lo tanto, el concreto informal utilizado en las viviendas de los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca de la ciudad de Cajamarca no cumplen con las propiedades mecánicas mínimas en más del 15 % de los valores establecidos por las normas técnicas NTP, ACI y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. El concreto informal utilizado en las viviendas de los sectores Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca de la ciudad de Cajamarca no cumplen con las propiedades mecánicas mínimas en más del 15 % de los valores establecidos por las normas técnicas NTP, ACI y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
2. La resistencia a la compresión del concreto informal en todos los sectores evaluados fue inferior al valor normativo mínimo de 210 kg/cm². El sector Huacariz presentó el resultado más bajo (con un promedio de 123.32 kg/cm²), seguido de Mollepampa (con un promedio de 151.59 kg/cm²) y Nuevo Cajamarca (con un promedio de 160.11 kg/cm²).
3. La resistencia a la flexión, evidencia valores promedios que estuvieron entre 36.58% y 52.92% (24.10 y 17.89 kg/cm²) por debajo del estándar estimado (38 kg/cm²), afectando especialmente la capacidad estructural de elementos sometidos a momentos flectores, como vigas y losas.
4. La resistencia a la tracción también fue insuficiente en todos los sectores, con valores promedio entre 12.03 kg/cm² y 16.29 kg/cm², siendo 39.31 a 17.81% menor al valor normativo de 19.82 kg/cm². Esta deficiencia compromete la integridad estructural frente a la formación de grietas, fisuras y fallas frágiles.
5. El análisis comparativo evidenció que el sector Nuevo Cajamarca presentó los mejores resultados, aunque aún por debajo de los valores mínimos establecidos las normas trabajadas. Las diferencias entre

sectores no son suficientes para considerar aceptable la calidad del concreto empleado.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- 1.** Se recomienda realizar otros estudios de las propiedades mecánicas de en otras zonas de expansión de Cajamarca. Puesto que los resultados obtenidos solamente son válidos para los sectores de Huacariz, Mollepampa y Nuevo Cajamarca.
- 2.** Se debe realizar otras investigaciones que consideren como variables a la calidad de la mano de obra, la dosificación y calidad de los agregados, así como las condiciones ambientales. Puesto que los resultados de las propiedades mecánicas varían por zona de expansión.

CAPÍTULO IIX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI Committee 318. (2019). *Building code requirements for structural concrete* (ACI 318-19). American Concrete Institute.
<https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal.aspx?m=details&id=51717379>
- Aguilar, L., & Yamunaque, I. (2021). *Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto de las viviendas de la calle Santa Clara primera cuadra–Sullana* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/11537/33745>
- American Concrete Institute. (2019). *ACI 318-19: Building code requirements for structural concrete and commentary*. <https://www.concrete.org>
- Banco Mundial. (2022). *Una vida mejor en las ciudades: Transformar asentamientos informales en América Latina y el Caribe*.
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/06/01/better-lives-in-cities-transforming-informal-settlements-in-latin-america-and-the-caribbean>
- Barreto, E., & Ganzhi. (2018). *Evaluación de columnas de hormigón armado mediante métodos no destructivos* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30551>
- Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva, W. (2020). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*. Fondo Editorial de la PUCP.
- Cabral, Q. (2018). Evaluación y diagnóstico del concreto informal en la ciudad de Santo Domingo. *Ciencia y Sociedad*, 22(4), 440–454.
<http://dx.doi.org/10.22206/cys.1997.v22i4.pp440-54>

- Carranza, A. (2021). *Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto informal en viviendas autoconstruidas de Lima Metropolitana* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio UNI.
- Castro, M., & Yucra, N. (2018). *Evaluación y diagnóstico de la calidad del concreto elaborado a pie de obra en zonas rurales en los distritos de Cerro Colorado, Paucarpata y Socabaya en la ciudad de Arequipa* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín].
- Castillo, R. (2021). *Concreto en las construcciones informales de la ciudad de Cutervo, evaluación y propuesta* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/9905>
- Chuquibala, D., & Vásquez, C. (2023). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de cerro en la autoconstrucción de viviendas – Cutervo 2023* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/559>
- Cobeña, J., García, K., & Párraga, W. (2022). Estudio comparativo entre bloques artesanales y bloques elaborados con vidrio reciclado acorde a los requisitos establecidos en la norma INEN. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(10), 434–455.
- CONCYTEC. (2024). *Evaluación de la calidad estructural del concreto en viviendas de autoconstrucción en el sector Fila Alta, Jaén, región Cajamarca*. Recuperado de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_04b4c2a207b397b882c9cadde0e96a4f/Details
- Cortés, J. (2022). *Durabilidad del concreto reforzado*. Universidad Nacional de Colombia.

- Cuba, G. (2017). *Estudio tecnológico del concreto informal producido al pie de obra en la ciudad de Jaén, sector A* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1089>
- Diario Correo. (2016, abril 18). 7 de cada 10 viviendas limeñas son informales. *Diario Correo*. <https://diariocorreo.pe/peru/7-de-cada-10-viviendas-limenas-son-informales-667051/>
- Díaz, A., & de Oteiza, I. (2000). Análisis de la calidad y proceso productivo de bloques huecos de concreto de producción informal - Zona norte de Maracaibo. *Tecnología y Construcción*, 16(2), 25–36. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/3776
- Donini, H., & Orler, R. (2021). *Análisis de las patologías en las estructuras de hormigón armado: Causas, inspección, diagnóstico, refuerzo y reparación*. Diseño.
- Duda, W. (2021). *Manual tecnológico del cemento*. Reverté.
- El Comercio. (2023, marzo 17). 80% de las viviendas en Perú son producto de la autoconstrucción lo que las hace vulnerables a desastres. <https://elcomercio.pe/economia/peru/adi-peru-80-de-las-viviendas-en-peru-son-producto-de-la-autoconstruccion-lo-que-las-hace-vulnerables-a-desastres-noticia/>
- Estela, A. (2020). *Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción, Pomalca-Chiclayo* [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7498>

- Estrada, K., & Vivanco, N. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito-Ecuador* [Tesis de licenciatura].
- Garay, L., & Quispe, C. (2016). *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante* [Tesis de grado, Universidad Pontificia Católica de Lima].
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/7625>
- García, F. (2021). *Evaluación del concreto estructural elaborado en obras por autoconstrucción en el distrito de La Esperanza – Trujillo, 2021* [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/28880>
- GFDRR. (2021). *Building resilience in informal settlements*. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery.
<https://www.gfdr.org/en/publication/building-resilience-informal-settlements>
- Guerrero, R. (2023). *Evaluación del nivel de la resistencia a la compresión del concreto fabricado en obras por autoconstrucción en la ciudad de Chiclayo* [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12423/7513>
- Harmsen, T. (2019). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Alpha Editorial.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
<http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/1598>
- Hernández, R., Gutiérrez, M., & Torres, J. (2018). *Propiedades mecánicas del concreto: Teoría y aplicación*. Editorial Ingeniería Civil Latinoamericana.
- Infobae. (2023, febrero 18). 80% de las viviendas en el Perú son autoconstruidas y altamente vulnerables ante desastres naturales.
<https://www.infobae.com/peru/2023/02/18/80-de-las-viviendas-en-el-peru-son-autoconstruidas-y-altamente-vulnerables-ante-desastres-naturales/>
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2019). *Compendio estadístico de emergencias*.
https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/comp_2001_09.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2017). *Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf
- Lamus, F., & Andrade, S. (2015). *Concreto reforzado: Fundamentos*. Ecoe Ediciones.
- Mamlouk, M. S., & Zaniewski, J. P. (2017). *Materials for civil and construction engineers* (4th ed.). Pearson.
- Marín, A. (2019). *Resistencia a compresión del concreto de columnas de obras autoconstruidas al considerar curado en laboratorio y en obra en el sector La Molina - Cajamarca* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/22178>

- Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). *Concrete* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2021). *Diagnóstico de la vivienda informal en el Perú*.
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2022). *Informe de calidad de la vivienda en el Perú*. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda>
- Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete technology* (2nd ed.). Pearson Education Limited.
- Norma Técnica Peruana. (2008). *Diseño sismorresistente* (NTP 400.011). Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Norma Técnica Peruana. (2013). *Edificaciones. Albañilería. Ensayos de materiales y componentes* (NTP 339.185). Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Norma Técnica Peruana. (2017). *Diseño sismorresistente. Edificios de concreto armado* (NTP 400.037). Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Norma Técnica Peruana. (2017). *Diseño sismorresistente. Edificios de concreto armado. Requisitos generales* (NTP 400.019). Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Norma Técnica Peruana. (2017). *Diseño sismorresistente. Edificios de concreto armado. Análisis y diseño* (NTP 400.020). Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Norma Técnica Peruana. (2017). *Diseño sismorresistente. Edificios de concreto armado. Elementos no estructurales* (NTP 400.018). Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

- Norma Técnica Peruana. (2017). *Diseño sismorresistente. Edificios de albañilería confinada* (NTP 400.021). Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Ortiz, Á. (2015). *Análisis y descripción de la producción de concretos en obra de cinco proyectos de vivienda en Colombia* [Tesis de licenciatura, Universidad Militar Nueva Granada]. <http://hdl.handle.net/10654/6340>
- Peña, Y., & Sandoval, A. (2019). *Resistencia a compresión del concreto en columnas para diferentes obras en ejecución en el distrito de Jaén* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/243>
- Perú21. (2024, junio 25). El 71% de las viviendas son autoconstruidas. <https://peru21.pe/economia/el-71-de-las-viviendas-son-autoconstruidas-autoconstruccion-estudio-de-grade-adi-peru-noticia/>
- PUCP. (2024). *Desarrollo urbano en Cajamarca: entre dinámicas territoriales y globales*. Recuperado de <https://repositorio.pucp.edu.pe/items/fae83621-25df-42ca-aea3-0d2c26d69147/full>
- Puertas, F. (2024). *Cementos y hormigones*. Los Libros de La Catarata.
- Quiroz, R., & Trigos, L. (2014). Evaluación de la calidad del concreto utilizado en las viviendas de las zonas marginales de la ciudad de Chiclayo.
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima.
- Rodríguez, A., & Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y construcción de conocimiento. *Revista EAN*, (82), 179–200.
- Rondón, H., & Reyes, F. (2023). *Pavimentos – 2.ª edición: Materiales, construcción y diseño*. Ecoe Ediciones.

Sánchez, M. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Biblioteca de la Construcción.

UN-Habitat. (2020). *World cities report 2020: The value of sustainable urbanization*.

https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf

Venegas, R. (2020). *Análisis de la resistencia a la compresión en elementos estructurales en obras sin presencia de un ingeniero civil en la ciudad de Trujillo, 2020* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/65894>

Villegas, C., & Rodríguez, J. (2021). Evaluación estructural del concreto artesanal utilizado en zonas urbanas marginales del Perú. *Revista de Ingeniería Civil y Construcción*, 10(2), 45–53.
<https://doi.org/10.1234/ricc.2021.v10n2.0045>

CAPÍTULO IX

APÉNDICES

APÉNDICE I. ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL SECTOR HUACARIZ

ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL

TESIS

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA DEL CONCRETO INFORMAL
USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA

BARRIO

HUACARIZ

MAESTRISTA

ING. CÉSAR ERIXON ZORRILLA RODRIGUEZ

ASESOR

DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA, 29 DE MARZO DEL 2022

- Vivienda 1

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	BARRIO HUACARIZ - JR JHON WATSON.	28	81.11	8270.95	210	10.02	78.85	104.89	49.95%	6	3558
2	M - 2	BARRIO HUACARIZ - JR JHON WATSON.	28	80.02	8159.80	210	10.04	79.17	103.07	49.08%	3	3611
3	M - 3	BARRIO HUACARIZ - JR JHON WATSON.	28	80.96	8255.65	210	10.05	79.33	104.07	49.56%	3	3658
4	M - 4	BARRIO HUACARIZ - JR JHON WATSON.	28	84.33	8599.30	210	10.06	79.49	108.19	51.52%	3	3678
5	M - 5	BARRIO HUACARIZ - JR JHON WATSON.	28	83.54	8518.74	210	10.09	79.96	106.54	50.73%	4	3612
Promedio:									105.35	50.17%		
Desviación estanda									2.032			

- Vivienda 2

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	BARRIO HUACARIZ - CALLE DOS AGUAS	28	100.95	10294.07	210	10.11	80.28	128.23	61.06%	5	3855
2	M - 2	BARRIO HUACARIZ - CALLE DOS AGUAS	28	98.52	10046.28	210	10.13	80.60	124.65	59.36%	5	3862
3	M - 3	BARRIO HUACARIZ - CALLE DOS AGUAS	28	99.25	10120.72	210	10.10	80.12	126.32	60.15%	6	3658
4	M - 4	BARRIO HUACARIZ - CALLE DOS AGUAS	28	97.34	9925.95	210	10.02	78.85	125.88	59.94%	3	3751
5	M - 5	BARRIO HUACARIZ - CALLE DOS AGUAS	28	96.48	9838.26	210	10.13	80.60	122.07	58.13%	3	3702
Promedio:									125.43	59.73%		
Desviación estanda									2.277			

- Vivienda 3

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	BARRIO HUACARIZ - AV. AGUA MARINA C -5.	28	84.42	8608.48	210	10.05	79.33	108.52	51.68%	3	3644
2	M - 2	BARRIO HUACARIZ - AV. AGUA MARINA C -5.	28	80.25	8183.25	210	10.04	79.17	103.36	49.22%	3	3611
3	M - 3	BARRIO HUACARIZ - AV. AGUA MARINA C -5.	28	82.65	8427.99	210	10.02	78.85	106.88	50.90%	3	3585
4	M - 4	BARRIO HUACARIZ - AV. AGUA MARINA C -5.	28	83.24	8488.15	210	10.03	79.01	107.43	51.16%	3	3599
5	M - 5	BARRIO HUACARIZ - AV. AGUA MARINA C -5.	28	85.69	8737.98	210	10.04	79.17	110.37	52.56%	3	3605
Promedio:									107.31	51.10%		
Desviación estanda									2.579			

- **Vivienda 4**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	BARRIO HUACARIZ - JR. AMOSHULCA – B14.	28	99.50	10146.21	210	10.01	78.70	128.93	61.39%	6	3611
2	M - 2	BARRIO HUACARIZ - JR. AMOSHULCA – B14.	28	98.23	10016.71	210	10.04	79.17	126.52	60.25%	6	3651
3	M - 3	BARRIO HUACARIZ - JR. AMOSHULCA – B14.	28	95.51	9739.35	210	10.05	79.33	122.77	58.46%	3	3602
4	M - 4	BARRIO HUACARIZ - JR. AMOSHULCA – B14.	28	94.47	9633.29	210	10.11	80.28	120.00	57.14%	3	3604
5	M - 5	BARRIO HUACARIZ - JR. AMOSHULCA – B14.	28	95.28	9715.89	210	10.05	79.33	122.48	58.32%	3	3658
Promedio:									124.14	59.11%		
Desviación estanda									3.548			

- **Vivienda 5**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f'c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f'c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	BARRIO HUACARIZ - JR. AMOSHULCA.	28	117.24	11955.20	210	10.21	81.87	146.02	69.53%	3	3802
2	M - 2	BARRIO HUACARIZ - JR. AMOSHULCA.	28	118.24	12057.17	210	10.15	80.91	149.01	70.96%	3	3751
3	M - 3	BARRIO HUACARIZ - JR. AMOSHULCA.	28	119.20	12155.06	210	10.02	78.85	154.15	73.40%	5	3702
4	M - 4	BARRIO HUACARIZ - JR. AMOSHULCA.	28	120.20	12257.03	210	10.04	79.17	154.82	73.72%	5	3656
5	M - 5	BARRIO HUACARIZ - JR. AMOSHULCA.	28	124.10	12654.73	210	10.05	79.33	159.53	75.96%	6	3658
Promedio:									152.71	72.72%		
Desviación estanda									5.277			

- **Vivienda 6**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f'c (Kg/cm2)	DIÁMETRO O (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f'c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	BARRIO HUACARIZ - JR. DIEGO FREIRE.	28	112.33	11454.51	210	10.12	80.44	142.41	67.81%	6	3622
2	M - 2	BARRIO HUACARIZ - JR. DIEGO FREIRE.	28	111.02	11320.93	210	10.13	80.60	140.47	66.89%	6	3544
3	M - 3	BARRIO HUACARIZ - JR. DIEGO FREIRE.	28	120.58	12295.78	210	10.15	80.91	151.96	72.36%	6	3688
4	M - 4	BARRIO HUACARIZ - JR. DIEGO FREIRE.	28	125.54	12801.56	210	10.04	79.17	161.70	77.00%	6	3781
5	M - 5	BARRIO HUACARIZ - JR. DIEGO FREIRE.	28	120.64	12301.90	210	10.21	81.87	150.26	71.55%	6	3802
Promedio:									149.36	71.12%		
Desviación estanda									8.474			

- **Vivienda 7**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	BARRIO HUACARIZ - JR. BRUNER.	28	85.52	8720.65	210	10.12	80.44	108.42	51.63%	3	3714
2	M - 2	BARRIO HUACARIZ - JR. BRUNER.	28	85.74	8743.08	210	10.06	79.49	110.00	52.38%	3	3748
3	M - 3	BARRIO HUACARIZ - JR. BRUNER.	28	87.50	8922.55	210	10.09	79.96	111.59	53.14%	5	3785
4	M - 4	BARRIO HUACARIZ - JR. BRUNER.	28	84.52	8618.67	210	10.00	78.54	109.74	52.26%	5	3711
5	M - 5	BARRIO HUACARIZ - JR. BRUNER.	28	88.69	9043.90	210	10.20	81.71	110.68	52.70%	6	3702
Promedio:									110.08	52.42%		
Desviación estanda									1.175			

- **Vivienda 8**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f'c (Kg/cm2)	DIÁMETRO O (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f'c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	BARRIO HUACARIZ - JR. IVAN PAVLOV.	28	100.22	10219.63	210	10.08	79.80	128.06	60.98%	6	3711
2	M - 2	BARRIO HUACARIZ - JR. IVAN PAVLOV.	28	102.50	10452.13	210	10.12	80.44	129.94	61.88%	6	3785
3	M - 3	BARRIO HUACARIZ - JR. IVAN PAVLOV.	28	98.52	10046.28	210	10.11	80.28	125.14	59.59%	5	3784
4	M - 4	BARRIO HUACARIZ - JR. IVAN PAVLOV.	28	97.52	9944.31	210	10.05	79.33	125.36	59.69%	5	3711
5	M - 5	BARRIO HUACARIZ - JR. IVAN PAVLOV.	28	102.30	10431.74	210	10.02	78.85	132.29	63.00%	6	3762
Promedio:									128.16	61.03%		
Desviación estanda									3.050			

- **Vivienda 9**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	BARRIO HUACARIZ - JR JHON WATSON C - 4.	28	95.52	9740.37	210	10.42	85.28	114.22	54.39%	6	3522
2	M - 2	BARRIO HUACARIZ - JR JHON WATSON C - 4.	28	98.56	10050.36	210	10.12	80.44	124.95	59.50%	6	3577
3	M - 3	BARRIO HUACARIZ - JR JHON WATSON C - 4.	28	94.70	9656.75	210	10.14	80.75	119.58	56.94%	5	3622
4	M - 4	BARRIO HUACARIZ - JR JHON WATSON C - 4.	28	89.51	9127.51	210	10.02	78.85	115.75	55.12%	5	3615
5	M - 5	BARRIO HUACARIZ - JR JHON WATSON C - 4.	28	88.50	9024.52	210	10.03	79.01	114.22	54.39%	5	3644
Promedio:									117.74	56.07%		
Desviación estanda									4.585			

- **Vivienda 10**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	BARRIO HUACARIZ - AV. AGUA MARINA.	28.00	88.55	9029.62	210.00	10.11	80.28	112.48	53.56	6	3752.00
2	M - 2	BARRIO HUACARIZ - AV. AGUA MARINA.	28.00	87.50	8922.55	210.00	10.12	80.44	110.93	52.82	6	3655.00
3	M - 3	BARRIO HUACARIZ - AV. AGUA MARINA.	28.00	85.66	8734.92	210.00	10.02	78.85	110.77	52.75	6	3685.00
4	M - 4	BARRIO HUACARIZ - AV. AGUA MARINA.	28.00	89.54	9130.57	210.00	10.04	79.17	115.33	54.92	6	3611.00
5	M - 5	BARRIO HUACARIZ - AV. AGUA MARINA.	28.00	89.62	9138.73	210.00	10.05	79.33	115.20	54.86	5	3622.00
Promedio:									112.94	5378.22%		
Desviación estanda									2.224			

PANEL FOTOGRÁFICO

	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"	GI-CCC-067-03-22 Fecha: 29/03/2022
--	--	--



FOTOGRAFÍA N°1. Elaboración de probeta: Barrio Huacariz - Jr. Jhon Watson.



FOTOGRAFÍA N°2. Elaboración de probeta: Barrio Huacariz - Calle dos aguas.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD
CAJAMARCA"

GI-CCC-
067-03-22

Fecha:
29/03/2022



FOTOGRAFÍA N°3. Elaboración de probeta: Barrio Huacariz - Jr. Amoshulca - B14.



FOTOGRAFÍA N°4. Elaboración de probeta: Barrio Huacariz - Jr. Amoshulca.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"

GI-CCC-067-03-22

Fecha: 29/03/2022



FOTOGRAFÍA N°5. Elaboración de probeta: Barrio Huacariz - Jr. Diego Freire.



FOTOGRAFÍA N°6. Elaboración de probeta: Barrio Huacariz - Jr. Bruner.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"

GI-CCC-067-03-22

Fecha:
29/03/2022



FOTOGRAFÍA N°7. Elaboración de probeta: Barrio Huacariz - Jr. Ivan Pavlov.



FOTOGRAFÍA N°8. Elaboración de probeta: Barrio Huacariz - Av. Agua Marina.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"

GI-CCC-067-03-22

Fecha: 29/03/2022



FOTOGRAFÍA N°9. Proceso para ensayo de probeta Barrio Huacariz - Jr. Jhon Watson.



FOTOGRAFÍA N°10. Proceso para ensayo de probeta Barrio Huacariz - Calle Dos Aguas.

APÉNDICE II: ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL
SECTOR MOLLEPAMPA

ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL

TESIS

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA DEL CONCRETO INFORMAL
USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA

BARRIO

MOLLEPAMPA

MAESTRISTA

ING. CÉSAR ERIXON ZORRILLA RODRIGUEZ

ASESOR

DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA, 29 DE MARZO DEL 2022

- VIVIENDA 1

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	MOLLEPAMPA - PSJ. LOS PORTALES.	28	90.22	9199.91	210	10.22	82.03	112.15	53.40%	5	3655
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - PJE SOL DE BELEN.	28	88.90	9065.31	210	10.02	78.85	114.96	54.74%	3	3711
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - PJE SOL DE BELEN.	28	89.10	9085.71	210	10.01	78.70	115.45	54.98%	3	3652
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - PJE SOL DE BELEN.	28	93.32	9516.03	210	10.00	78.54	121.16	57.70%	5	3654
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - PJE SOL DE BELEN.	28	92.54	9436.49	210	10.06	79.49	118.72	56.53%	5	3544
Promedio:									116.49	55.47%		
Desviación estandar									3.502			

- VIVIENDA 2

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	MOLLEPAMPA - JR. MARIA GORET.	28	109.55	11171.03	210	10.02	78.85	141.67	67.46%	6	3622
2	M - 2	MOLLEPAMPA - JR. MARIA GORET.	28	109.00	11114.95	210	10.01	78.70	141.24	67.26%	6	3511
3	M - 3	MOLLEPAMPA - JR. MARIA GORET.	28	110.02	11218.96	210	10.04	79.17	141.71	67.48%	5	3422
4	M - 4	MOLLEPAMPA - JR. MARIA GORET.	28	111.33	11352.54	210	10.07	79.64	142.54	67.88%	6	3611
5	M - 5	MOLLEPAMPA - JR. MARIA GORET.	28	120.50	12287.63	210	10.05	79.33	154.90	73.76%	5	3577
Promedio:									144.41	68.77%		
Desviación estandar									5.882			

- VIVIENDA 3

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f'c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f'c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	MOLLEPAMPA - PSJ. LOS PORTALES.	28	144.22	14706.40	210	10.11	80.28	183.20	87.24%	3	3755
2	M - 2	MOLLEPAMPA - PSJ. LOS PORTALES.	28	145.20	14806.33	210	10.12	80.44	184.08	87.66%	3	3742
3	M - 3	MOLLEPAMPA - PSJ. LOS PORTALES.	28	142.30	14510.62	210	10.05	79.33	182.92	87.11%	4	3726
4	M - 4	MOLLEPAMPA - PSJ. LOS PORTALES.	28	145.20	14806.33	210	10.05	79.33	186.65	88.88%	3	3715
5	M - 5	MOLLEPAMPA - PSJ. LOS PORTALES.	28	148.60	15153.04	210	10.08	79.80	189.88	90.42%	3	3802
Promedio:									185.35	88.26%		
Desviación estandar									2.933			

- VIVIENDA 4

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO O (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	MOLLEPAMPA - JR. SANCHEZ HOYOS.	28	141.52	14431.08	210	10.02	78.85	183.01	87.15%	5	3655
2	M - 2	MOLLEPAMPA - JR. SANCHEZ HOYOS.	28	142.20	14500.42	210	10.05	79.33	182.79	87.04%	5	3614
3	M - 3	MOLLEPAMPA - JR. SANCHEZ HOYOS.	28	151.30	15428.36	210	10.11	80.28	192.19	91.52%	5	3816
4	M - 4	MOLLEPAMPA - JR. SANCHEZ HOYOS.	28	148.59	15152.02	210	10.20	81.71	185.43	88.30%	5	3859
5	M - 5	MOLLEPAMPA - JR. SANCHEZ HOYOS.	28	142.30	14510.62	210	10.03	79.01	183.65	87.45%	5	3814
Promedio:									185.41	88.29%		
Desviación estandar									3.926			

- VIVIENDA 5

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	MOLLEPAMPA - JR. SAN LUIS C-9.	28	116.22	11851.19	210	10.05	79.33	149.40	71.14%	5	3822
2	M - 2	MOLLEPAMPA - JR. SAN LUIS C-9.	28	117.45	11976.61	210	10.02	78.85	151.88	72.33%	5	3855
3	M - 3	MOLLEPAMPA - JR. SAN LUIS C-9.	28	120.30	12267.23	210	10.04	79.17	154.95	73.79%	6	3751
4	M - 4	MOLLEPAMPA - JR. SAN LUIS C-9.	28	119.80	12216.25	210	10.05	79.33	154.00	73.33%	6	3695
5	M - 5	MOLLEPAMPA - JR. SAN LUIS C-9.	28	116.30	11859.34	210	10.07	79.64	148.91	70.91%	6	3614
Promedio:									151.83	72.30%		
Desviación estandar									2.688			

- VIVIENDA 6

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAIXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	MOLLEPAMPA - JR. 23 DE SETIEMBRE.	28	152.33	15533.39	210	10.12	80.44	193.11	91.96%	6	3622
2	M - 2	MOLLEPAMPA - JR. 23 DE SETIEMBRE.	28	145.25	14811.43	210	10.13	80.60	183.78	87.51%	6	3544
3	M - 3	MOLLEPAMPA - JR. 23 DE SETIEMBRE.	28	148.60	15153.04	210	10.15	80.91	187.27	89.18%	6	3688
4	M - 4	MOLLEPAMPA - JR. 23 DE SETIEMBRE.	28	142.30	14510.62	210	10.04	79.17	183.29	87.28%	6	3781
5	M - 5	MOLLEPAMPA - JR. 23 DE SETIEMBRE.	28	151.12	15410.01	210	10.21	81.87	188.22	89.63%	6	3802
Promedio:									187.13	89.11%		
Desviación estandar									3.970			

- **VIVIENDA 7**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES.	28	113.50	11573.82	210	10.02	78.85	146.77	69.89%	3	3695
2	M - 2	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES.	28	115.42	11769.61	210	10.00	78.54	149.86	71.36%	2	3688
3	M - 3	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES.	28	112.36	11457.57	210	10.05	79.33	144.43	68.78%	2	3711
4	M - 4	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES.	28	122.25	12466.08	210	10.04	79.17	157.46	74.98%	3	3588
5	M - 5	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES.	28	115.40	11767.57	210	10.20	81.71	144.01	68.58%	3	3691
Promedio:									148.51	70.72%		
Desviación estandar									5.518			

- **VIVIENDA 8**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES C-47	28	135.52	13819.25	210	10.05	79.33	174.21	82.96%	5	3755
2	M - 2	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES C-47	28	128.22	13074.85	210	10.03	79.01	165.48	78.80%	5	3711
3	M - 3	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES C-47	28	124.42	12687.36	210	10.04	79.17	160.26	76.31%	6	3732
4	M - 4	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES C-47	28	129.63	13218.63	210	10.08	79.80	165.64	78.88%	6	3714
5	M - 5	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES C-47	28	130.21	13277.77	210	10.11	80.28	165.40	78.76%	6	3748
Promedio:									166.20	79.14%		
Desviación estandar									5.022			

- **VIVIENDA 9**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	MOLLEPAMPA - PSJ. CORAZON DE MARIA.	28	90.55	9233.56	210	10.02	78.85	117.10	55.76%	5	3651
2	M - 2	MOLLEPAMPA - PSJ. CORAZON DE MARIA.	28	88.50	9024.52	210	10.03	79.01	114.22	54.39%	5	3652
3	M - 3	MOLLEPAMPA - PSJ. CORAZON DE MARIA.	28	87.66	8938.87	210	10.05	79.33	112.68	53.66%	5	3622
4	M - 4	MOLLEPAMPA - PSJ. CORAZON DE MARIA.	28	89.50	9126.49	210	10.15	80.91	112.79	53.71%	5	3615
5	M - 5	MOLLEPAMPA - PSJ. CORAZON DE MARIA.	28	92.30	9412.02	210	10.12	80.44	117.01	55.72%	5	3411
Promedio:									114.76	54.65%		
Desviación estandar									2.180			

- VIVIENDA 10

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO												
(A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f'c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f'c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES C-28	28.00	90.22	9199.91	210.00	10.05	79.33	115.97	0.55	6.00	3666.00
2	M - 2	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES C-28	28.00	91.30	9310.04	210.00	10.04	79.17	117.60	0.56	5.00	3671.00
3	M - 3	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES C-28	28.00	92.55	9437.51	210.00	10.08	79.80	118.26	0.56	6.00	3665.00
4	M - 4	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES C-28	28.00	88.52	9026.56	210.00	10.01	78.70	114.70	0.55	6.00	3642.00
5	M - 5	MOLLEPAMPA - JR. MARISCAL CACERES C-28	28.00	87.41	8913.37	210.00	10.04	79.17	112.59	0.54	5.00	3611.00
Promedio:									115.82	55.15%		
Desviación estandar									2.283			

PANEL FOTOGRÁFICO

	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"	GI-CCC-070-04-22 Fecha: 02/04/2022
--	--	---



FOTOGRAFÍA N°1. Elaboración de probeta: Mollepampa - Psj. Los Portales.



FOTOGRAFÍA N°2. Elaboración de probeta: Mollepampa - Jr. Maria Goreti.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"

GI-CCC-070-04-22

Fecha: 02/04/2022



FOTOGRAFÍA N°1. Elaboración de probeta: Mollepampa - Psj. Los Portales.



FOTOGRAFÍA N°2. Elaboración de probeta: Mollepampa - Jr. Maria Goreti.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD
CAJAMARCA"

GI-CCC-
070-04-22

Fecha:
02/04/2022



FOTOGRAFÍA N°5. Elaboración de probeta: Mollepampa - Jr. San Luis C-9.



FOTOGRAFÍA N°6. Elaboración de probeta: Mollepampa - Jr. 23 De Setiembre.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"

GI-CCC-070-04-22

Fecha: 02/04/2022



FOTOGRAFÍA N°7. Elaboración de probeta: Mollepampa - Jr. Mariscal Caceres.



FOTOGRAFÍA N°8. Elaboración de probeta: Mollepampa - Jr. Mariscal Caceres C-17.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"

GI-CCC-070-04-22

Fecha: 02/04/2022



FOTOGRAFÍA N°9. Elaboración de probeta: Mollepampa - Psj. Corazon De Maria.



FOTOGRAFÍA N°10. Elaboración de probeta: Mollepampa - Jr. Mariscal Caceres C-22.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD
CAJAMARCA"

GI-CCC-
070-04-22

Fecha:
02/04/2022



FOTOGRAFÍA N°11. Proceso para ensayo de probeta Mollepampa - Psj. Los Portales.

APÉNDICE III: ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL
SECTOR NUEVO CAJAMARCA

ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL

TESIS

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA DEL CONCRETO INFORMAL
USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA

BARRIO

NUEVO CAJAMARCA

MAESTRISTA

ING. CÉSAR ERIXON ZORRILLA RODRIGUEZ

ASESOR

DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA, 29 DE MARZO DEL 2022

- VIVIENDA 1

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	NUEVO CAJAMARCA - PJE SOL DE BELEN.	28	120.20	12257.03	210	10.12	80.44	152.38	72.56%	3	3800
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - PJE SOL DE BELEN.	28	115.40	11767.57	210	10.02	78.85	149.23	71.06%	3	3745
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - PJE SOL DE BELEN.	28	111.70	11390.27	210	10.05	79.33	143.59	68.37%	5	3734
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - PJE SOL DE BELEN.	28	118.96	12130.59	210	10.42	85.28	142.25	67.74%	5	3711
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - PJE SOL DE BELEN.	28	117.40	11971.51	210	10.11	80.28	149.13	71.01%	5	3744
Promedio:									147.32	70.15%		
Desviación estandar:									4.248			

- VIVIENDA 2

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Ka/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	NUEVO CAJAMARCA - JR. CELENDÍN.	28	125.42	12789.33	210	10.02	78.85	162.19	77.23%	3	3855
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - JR. CELENDÍN.	28	125.43	12790.35	210	10.04	79.17	161.56	76.93%	3	3811
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - JR. CELENDÍN.	28	126.55	12904.56	210	10.05	79.33	162.68	77.46%	5	3854
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - JR. CELENDÍN.	28	124.40	12685.32	210	10.06	79.49	159.59	76.00%	3	3862
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - JR. CELENDÍN.	28	114.20	11645.20	210	10.02	78.85	147.68	70.32%	3	3874
Promedio:									158.74	75.59%		
Desviación estandar:									6.292			

- VIVIENDA 3

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% DEL f _c	FALLA A TIPO	PESO (g)
1	M - 1	NUEVO CAJAMARCA - JR. EL IMPERIO.	28	134.52	13717.27	210	10.20	81.71	167.87	79.94%	6	3755
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - JR. EL IMPERIO.	28	136.20	13888.59	210	10.10	80.12	173.35	82.55%	6	3742
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - JR. EL IMPERIO.	28	134.00	13664.25	210	10.40	84.95	160.85	76.60%	5	3726
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - JR. EL IMPERIO.	28	135.50	13817.21	210	10.12	80.44	171.78	81.80%	3	3715
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - JR. EL IMPERIO.	28	133.20	13582.67	210	10.20	81.71	166.22	79.15%	3	3802
Promedio:									168.02	80.01%		
Desviación estandar:									4.928			

- **VIVIENDA 4**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% DEL f _c	FALLA A TIPO	PESO (g)
1	M - 1	NUEVO CAJAMARCA - PJE MOTUPE.	28	114.10	11635.01	210	10.10	80.12	145.22	69.15%	6	3755
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - PJE MOTUPE.	28	120.22	12259.07	210	10.03	79.01	155.16	73.88%	6	3768
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - PJE MOTUPE.	28	118.90	12124.47	210	10.40	84.95	142.73	67.97%	5	3822
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - PJE MOTUPE.	28	121.90	12430.39	210	10.02	78.85	157.64	75.07%	5	3655
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - PJE MOTUPE.	28	122.40	12481.37	210	10.05	79.33	157.34	74.92%	5	3641
Promedio:									151.62	72.20%		
Desviación estandar:									7.097			

- **VIVIENDA 5**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Ka/cm2)	% DEL f _c	FALLA A TIPO	PESO (g)
1	M - 1	NUEVO CAJAMARCA - JR. COLONIAL	28	115.20	11747.17	210	10.05	79.33	148.09	70.52%	3	3722
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - JR. COLONIAL	28	122.30	12471.18	210	10.02	78.85	158.15	75.31%	3	3735
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - JR. COLONIAL	28	124.60	12705.71	210	10.04	79.17	160.49	76.42%	2	3782
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - JR. COLONIAL	28	125.90	12838.27	210	10.05	79.33	161.84	77.07%	2	3699
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - JR. COLONIAL	28	123.64	12607.82	210	10.07	79.64	158.30	75.38%	6	3611
Promedio:									157.37	74.94%		
Desviación estandar:									5.417			

- **VIVIENDA 6**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Ka/cm2)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	NUEVO CAJAMARCA - JR. TAHUANTINSUYO.	28	122.50	12491.57	210	10.08	79.80	156.53	74.54%	6	3755
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - JR. TAHUANTINSUYO.	28	110.25	11242.41	210	10.05	79.33	141.72	67.49%	6	3685
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - JR. TAHUANTINSUYO.	28	115.58	11785.92	210	10.09	79.96	147.40	70.19%	5	3758
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - JR. TAHUANTINSUYO.	28	120.30	12267.23	210	10.08	79.80	153.72	73.20%	5	3822
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - JR. TAHUANTINSUYO.	28	119.70	12206.05	210	10.01	78.70	155.10	73.86%	4	3866
Promedio:									150.90	71.85%		
Desviación estandar:									6.202			

- VIVIENDA 7

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f _c	FALLA A TIPO	PESO (g)
1	M - 1	NUEVO CAJAMARCA - JR. SEÑOR DE HUAMANTANGA.	28	132.22	13482.74	210	10.12	80.44	167.62	79.82%	5	3777
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - JR. SEÑOR DE HUAMANTANGA.	28	132.52	13513.33	210	10.11	80.28	168.33	80.16%	5	3755
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - JR. SEÑOR DE HUAMANTANGA.	28	131.20	13378.73	210	10.08	79.80	167.65	79.83%	5	3732
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - JR. SEÑOR DE HUAMANTANGA.	28	129.20	13174.78	210	10.05	79.33	166.08	79.09%	5	3751
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - JR. SEÑOR DE HUAMANTANGA.	28	127.44	12995.31	210	10.03	79.01	164.47	78.32%	5	3795
Promedio:									166.83	79.44%		
Desviación estandar:									1.555			

- VIVIENDA 8

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Ka/cm2)	% DEL f _c	FALLA A TIPO	PESO (g)
1	M - 1	NUEVO CAJAMARCA - AV. NUEVA CAJAMARCA.	28	141.12	14390.29	210	10.14	80.75	178.20	84.86%	5	3665
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - AV. NUEVA CAJAMARCA.	28	140.60	14337.26	210	10.12	80.44	178.24	84.88%	5	3588
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - AV. NUEVA CAJAMARCA.	28	138.50	14123.12	210	10.05	79.33	178.04	84.78%	3	3732
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - AV. NUEVA CAJAMARCA.	28	135.20	13786.61	210	10.03	79.01	174.49	83.09%	3	3751
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - AV. NUEVA CAJAMARCA.	28	132.27	13487.84	210	10.08	79.80	169.02	80.48%	3	3795
Promedio:									175.60	83.62%		
Desviación estandar:									4.008			

- VIVIENDA 9

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f'c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DEL f'c	FALLA A TIPO	PESO (g)
1	M - 1	NUEVO CAJAMARCA - AV. NUEVA CAJAMARCA C - 7.	28	133.22	13584.71	210	10.02	78.85	172.28	82.04%	3	3789
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - AV. NUEVA CAJAMARCA C - 7.	28	131.12	13370.57	210	10.03	79.01	169.22	80.58%	3	3855
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - AV. NUEVA CAJAMARCA C - 7.	28	132.50	13511.29	210	10.05	79.33	170.32	81.11%	4	3822
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - AV. NUEVA CAJAMARCA C - 7.	28	130.25	13281.85	210	10.15	80.91	164.15	78.17%	4	3819
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - AV. NUEVA CAJAMARCA C - 7.	28	128.95	13149.29	210	10.12	80.44	163.48	77.85%	5	3812
Promedio:									167.89	79.95%		
Desviación estandar:									3.887			

- **VIVIENDA 10**

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (A.S.T.M. C 39M - 2020)												
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	Ubicación	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% DEL f _c	FALLA TIPO	PESO (g)
1	M - 1	NUEVO CAJAMARCA - JR. PEREA C -7.	28	128.55	13108.50	210	10.12	80.44	162.97	77.60%	5	3588
2	M - 2	NUEVO CAJAMARCA - JR. PEREA C -7.	28	121.14	12352.89	210	10.13	80.60	153.27	72.99%	5	3611
3	M - 3	NUEVO CAJAMARCA - JR. PEREA C -7.	28	123.32	12575.19	210	10.05	79.33	158.52	75.49%	6	3652
4	M - 4	NUEVO CAJAMARCA - JR. PEREA C -7.	28	120.02	12238.68	210	10.01	78.70	155.52	74.06%	6	3651
5	M - 5	NUEVO CAJAMARCA - JR. PEREA C -7.	28	119.20	12155.06	210	10.04	79.17	153.53	73.11%	3	3751
									Promedio:	156.76	74.65%	
									Desviación estandar:	4.055		

PANEL FOTOGRÁFICO

	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"	GI-CCC-071-04-22 Fecha: 05/04/2022
--	--	--



FOTOGRAFÍA N°1. Elaboración de probeta: Nuevo Cajamarca - Pje Sol De Belen.



FOTOGRAFÍA N°2. Elaboración de probeta: Nuevo Cajamarca - Jr. Celendin.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD
CAJAMARCA"

GI-CCC-
071-04-22

Fecha:
05/04/2022



FOTOGRAFÍA N°3. Elaboración de probeta: Nuevo Cajamarca - Jr. El Imperio.



FOTOGRAFÍA N°4. Elaboración de probeta: Nuevo Cajamarca - Pje Motupe.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD
CAJAMARCA"

GI-CCC-
071-04-22

Fecha:
05/04/2022



FOTOGRAFÍA N°5. Elaboración de probeta: Nuevo Cajamarca - Jr. Colonial.



FOTOGRAFÍA N°6. Elaboración de probeta: Nuevo Cajamarca - Jr. Tahuantinsuyo.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD
CAJAMARCA"

GI-CCC-
071-04-22

Fecha:
05/04/2022



FOTOGRAFÍA N°7. Elaboración de probeta: Nuevo Cajamarca - Jr. Señor De Huamantanga.



FOTOGRAFÍA N°8. Elaboración de probeta: Nuevo Cajamarca - Av. Nueva Cajamarca.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"

GI-CCC-071-04-22

Fecha:
05/04/2022



FOTOGRAFÍA N°9. Elaboración de probeta: Nuevo Cajamarca - Av. Nueva Cajamarca C - 7.



FOTOGRAFÍA N°10. Elaboración de probeta: Nuevo Cajamarca - Jr. Perea C - 7.

	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"	GI-CCC-071-04-22 Fecha: 05/04/2022
--	--	--



FOTOGRAFÍA N°11. Proceso para ensayo de probeta Nuevo Cajamarca - Pje Sol De Belen.

APÉNDICE III: ENSAYO A TRACCIÓN

ENSAYO A TRACCIÓN

TESIS

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA DEL CONCRETO INFORMAL
USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA

MAESTRISTA

ING. CÉSAR ERIXON ZORRILLA RODRIGUEZ

ASESOR

DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA, 29 DE MARZO DEL 2022

SECTOR: HUACARIZ

DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	PESO (g)	CARGA ÚLTIMA (KN)	CARGA ÚLTIMA (Kg)	Resistencia a la tracción (Kg/Cm2)
M - 01	28D	15.11	30.21	12544	81.03	8262.791	11.524
M - 02	28D	15.12	30.23	12621	90.05	9182.579	12.790
M - 03	28D	15.15	30.29	12621	86.21	8791.006	12.196
M - 04	28D	15.08	30.15	12223	87.14	8885.840	12.442
M - 05	28D	15.02	30.04	12621	82.26	8388.217	11.835
M - 06	28D	15.04	30.08	12578	83.07	8470.814	11.920
M - 07	28D	15.03	30.05	12574	84.04	8569.727	12.079
M - 08	28D	15.02	30.04	12532	81.12	8271.969	11.671
M - 09	28D	15.05	30.10	12536	81.04	8263.811	11.613
M - 10	28D	15.04	30.08	12541	85.11	8678.837	12.213

SECTOR: MOLLEPAMPA

DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	PESO (g)	CARGA ÚLTIMA (KN)	CARGA ÚLTIMA (Kg)	Resistencia a la tracción (Kg/Cm2)
M - 01	28D	15.05	30.10	12345	107.22	10933.438	15.365
M - 02	28D	15.08	30.15	12241	109.86	11202.644	15.686
M - 03	28D	15.15	30.25	12215	107.50	10961.990	15.228
M - 04	28D	15.21	30.40	12215	101.42	10342.000	14.239
M - 05	28D	15.12	30.20	12351	102.45	10447.031	14.565
M - 06	28D	15.02	30.05	12300	109.52	11167.973	15.752
M - 07	28D	15.24	30.50	12508	105.22	10729.494	14.695
M - 08	28D	15.12	30.24	12504	105.02	10709.099	14.911
M - 09	28D	15.15	30.30	12562	108.21	11034.390	15.303
M - 10	28D	15.12	30.20	12514	106.38	10847.781	15.124

SECTOR: NUEVO CAJAMARCA

DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	PESO (g)	CARGA ÚLTIMA (KN)	CARGA ÚLTIMA (Kg)	Resistencia a la tracción (Kg/Cm2)
M - 01	28D	15.16	30.30	12247	114.40	11665.597	16.168
M - 02	28D	15.15	30.30	12256	113.21	11544.250	16.010
M - 03	28D	15.16	30.30	12311	114.25	11650.301	16.146
M - 04	28D	15.17	30.32	12345	115.58	11785.924	16.313
M - 05	28D	15.18	30.34	12316	114.52	11677.833	16.142
M - 06	28D	15.12	30.20	12308	115.48	11775.727	16.418
M - 07	28D	15.10	30.21	12305	115.68	11796.121	16.462
M - 08	28D	15.14	30.24	1306	115.42	11769.608	16.366
M - 09	28D	15.12	30.20	12375	115.86	11814.476	16.472
M - 10	28D	15.12	30.20	12385	115.42	11769.608	16.409

PANEL FOTOGRÁFICO

	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"	GI-CCC-067-03-22 Fecha: 29/03/2022
--	--	---------------------------------------



FOTOGRAFÍA N°1. Ensayo a Tracción – Barrio Huacariz



FOTOGRAFÍA N°2. Ensayo a Tracción – Barrio Huacariz

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD
CAJAMARCA"

GI-CCC-
070-04-22

Fecha:
02/04/2022



FOTOGRAFÍA N°1. Ensayo a Tracción – Barrio Mollepampa



FOTOGRAFÍA N°1. Ensayo a Tracción – Barrio Nuevo Cajamarca

APÉNDICE IV: ENSAYO A FLEXIÓN

ENSAYO A FLEXIÓN

TESIS

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA DEL CONCRETO INFORMAL
USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA

MAESTRISTA

ING. CÉSAR ERIXON ZORRILLA RODRIGUEZ

ASESOR

DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA, 29 DE MARZO DEL 2022

SECTOR: HUACARIZ

DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	LONGITUD ENTRE APOYOS "L" (cm)	ANCHO "b" (cm)	ALTURA "h" (cm)	CARGA "P" (KN)	CARGA "P" (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
M - 1	28	45.00	15.04	15.02	14.05	1432.71	19.00
M - 2	28	45.00	15.12	15.08	15.12	1541.82	20.18
M - 3	28	45.00	15.05	15.06	16.02	1633.59	21.54
M - 4	28	45.00	15.02	15.12	13.11	1336.85	17.52
M - 5	28	45.00	15.03	15.05	12.09	1232.84	16.30
M - 6	28	45.00	15.05	15.04	12.06	1229.78	16.26
M - 7	28	45.00	15.02	15.09	11.78	1201.23	15.80
M - 8	28	45.00	15.03	15.12	13.52	1378.66	18.06
M - 9	28	45.00	15.04	15.12	12.88	1313.40	17.19
M - 10	28	45.00	15.02	15.03	12.61	1285.87	17.05

SECTOR: MOLLEPAMPA

DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	LONGITUD ENTRE APOYOS "L" (cm)	ANCHO "b" (cm)	ALTURA "h" (cm)	CARGA "P" (KN)	CARGA "P" (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
M - 1	28	45.00	15.11	15.21	15.24	1554.05	20.01
M - 2	28	45.00	15.12	15.11	16.52	1684.58	21.96
M - 3	28	45.00	15.14	15.14	17.48	1782.47	23.11
M - 4	28	45.00	15.12	15.13	18.60	1896.68	24.66
M - 5	28	45.00	15.06	15.11	16.33	1665.20	21.79
M - 6	28	45.00	15.02	15.05	17.48	1782.47	23.58
M - 7	28	45.00	15.04	15.04	17.24	1758.00	23.25
M - 8	28	45.00	15.02	15.04	16.89	1722.31	22.81
M - 9	28	45.00	15.04	15.14	16.02	1633.59	21.32
M - 10	28	45.00	15.03	15.17	16.05	1636.65	21.29

SECTOR: NUEVO CAJAMARCA

DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	LONGITUD ENTRE APOYOS "L" (cm)	ANCHO "b" (cm)	ALTURA "h" (cm)	CARGA "P" (KN)	CARGA "P" (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
M - 1	28	45.00	15.14	15.05	17.85	1820.20	23.89
M - 2	28	45.00	15.12	15.06	18.11	1846.71	24.23
M - 3	28	45.00	15.16	15.11	19.52	1990.49	25.88
M - 4	28	45.00	15.15	15.05	18.06	1841.61	24.15
M - 5	28	45.00	15.14	15.04	16.69	1701.91	22.36
M - 6	28	45.00	15.12	15.02	17.48	1782.47	23.51
M - 7	28	45.00	15.12	15.03	19.22	1959.90	25.82
M - 8	28	45.00	15.14	15.04	17.09	1742.70	22.90
M - 9	28	45.00	15.12	15.03	18.03	1838.56	24.22
M - 10	28	45.00	15.11	15.10	18.04	1839.57	24.03

PANEL FOTOGRÁFICO

	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD CAJAMARCA"	GI-CCC-067-03-22 Fecha: 29/03/2022
--	--	---



FOTOGRAFÍA N°1. Ensayo a flexión – Barrio Huacariz



FOTOGRAFÍA N°2. Ensayo a flexión – Barrio Mollepampa

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
INFORMAL USADO EN LAS CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD
CAJAMARCA"

GI-CCC-
070-04-22

Fecha:
02/04/2022

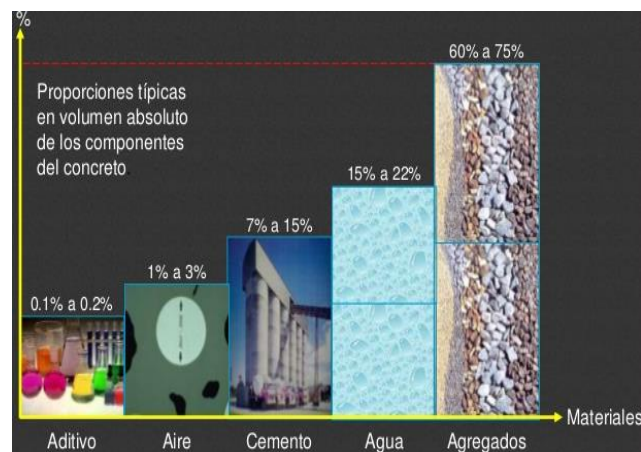


FOTOGRAFÍA N°1. Ensayo a flexión – Barrio Nuevo Cajamarca

ANEXO II: ALBAÑILERÍA CONFINADA EN PROCESO CONSTRUCTIVO

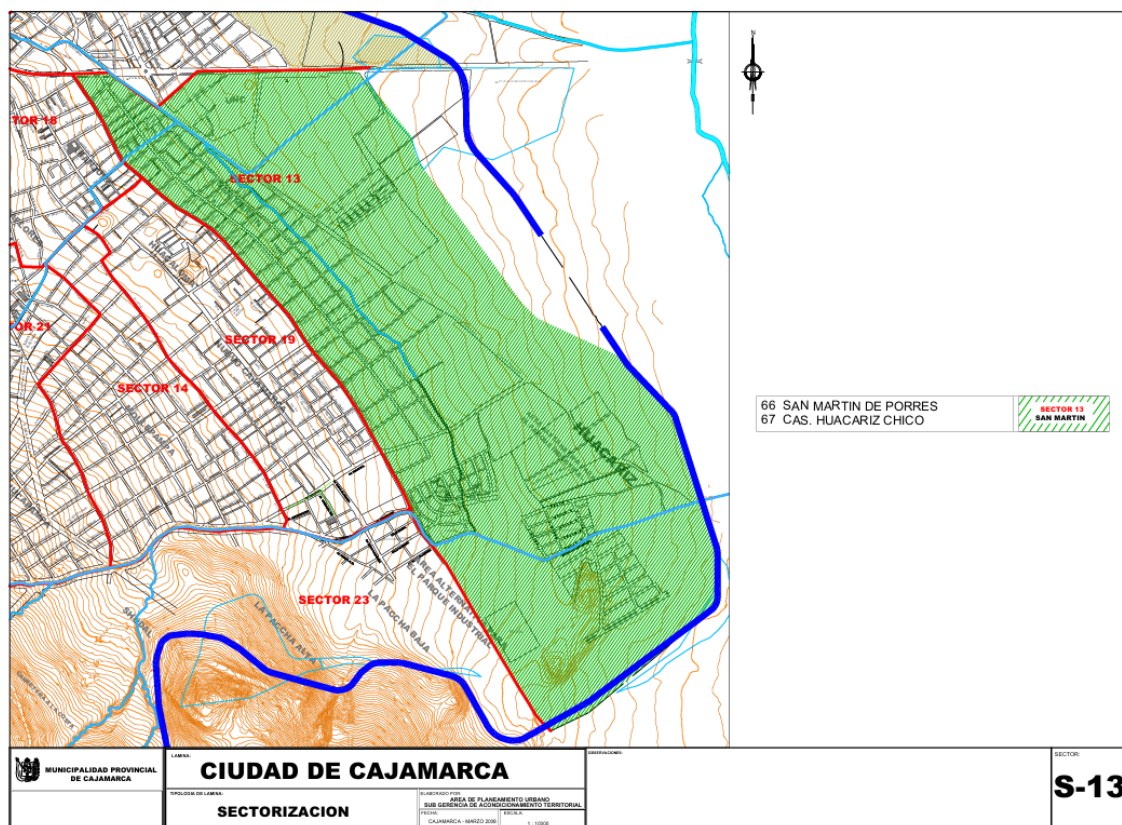


ANEXO III: VOLUMEN ABSOLUTO DE COMPUESTOS DEL CONCRETO

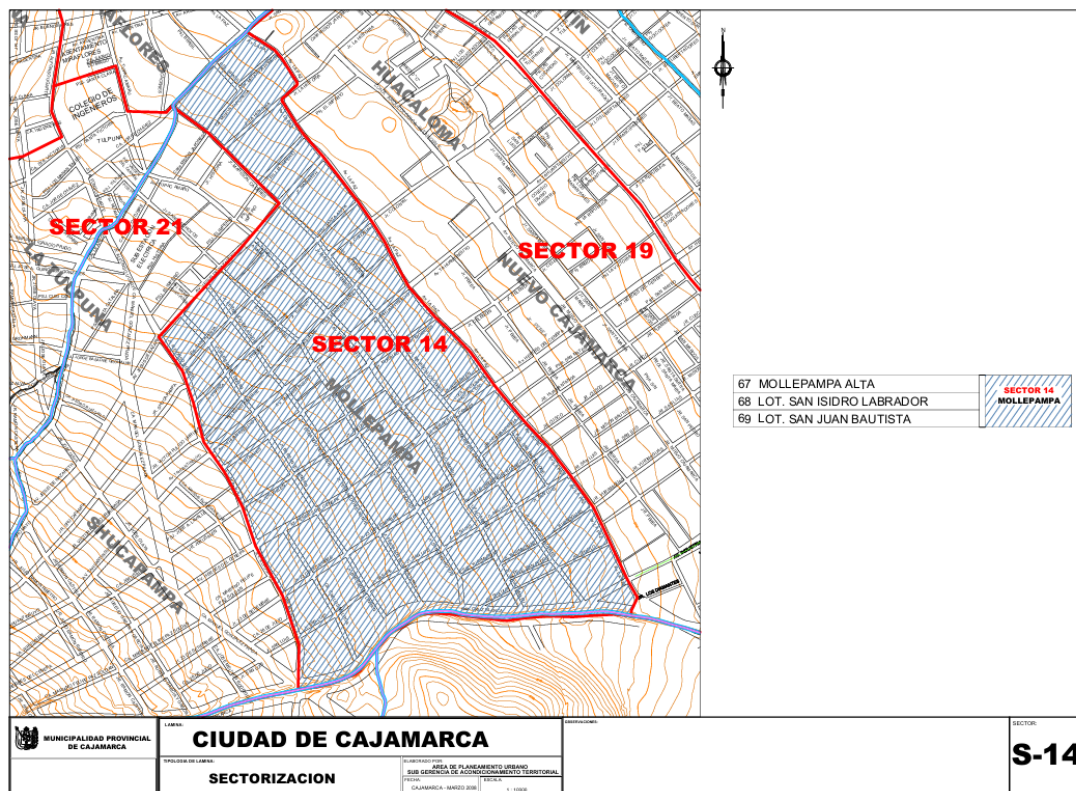


Adaptado de *Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado*, por Ottazzi (2014)

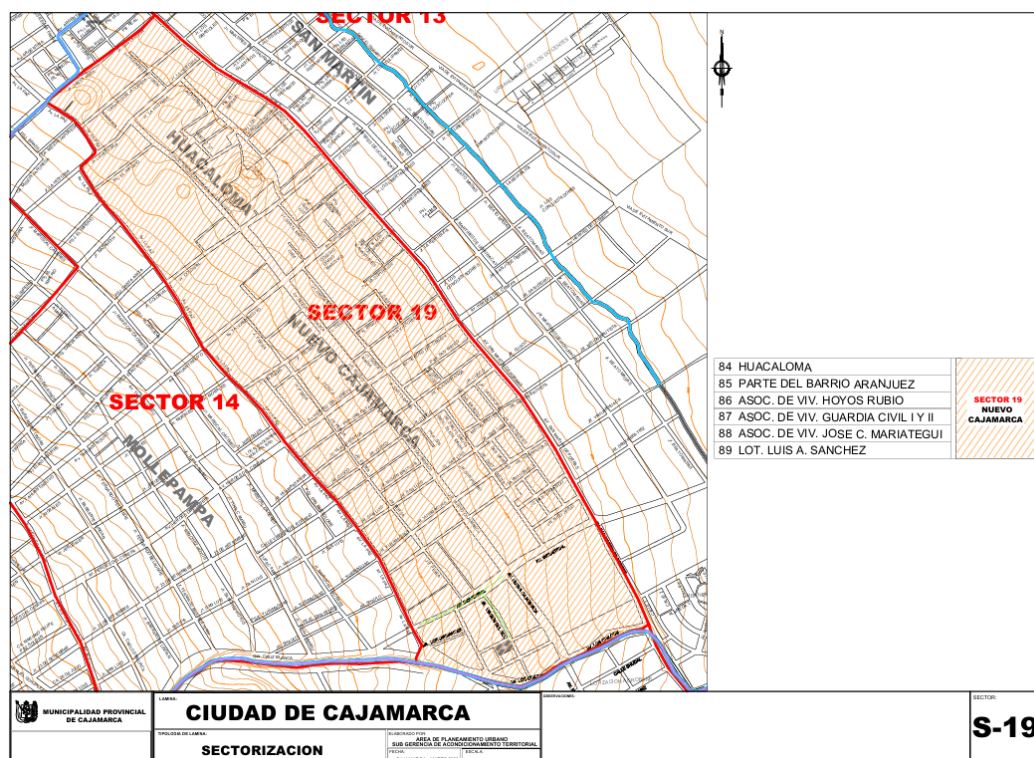
**ANEXO III: MAPA DE SECTORES HUACARIZ, MOLLEPAMPA Y
NUEVO CAJAMARCA SEGÚN LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE
CAJAMARCA**



SECTOR HUACARIZ



SECTOR MOLLEPAMPA



SECTOR NUEVO CAJAMARCA