



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO
CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA
Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES
EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. ALBERTO MESTAS MACEDO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ
2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO
CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA
Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES
EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ALBERTO MESTAS MACEDO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1671-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 12359 presentado por el (la) Bachiller: **ALBERTO MESTAS MACEDO** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **ALBERTO MESTAS MACEDO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **ALBERTO MESTAS MACEDO**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 17 de diciembre del 2025
- * **HORA** : 08:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VIALMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730cc:
Archivo
interesado (a)UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Oscar V. Cuzco Najar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 793-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 08 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 807 por el señor (a): **ALBERTO MESTAS MACEDO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 624- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 028- 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ALBERTO MESTAS MACEDO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 028- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **ALBERTO MESTAS MACEDO**, para optar el Título Profesional de ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), Dr. **ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VIANORTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Frida Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 515-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 24 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 5757, presentado por el señor (a) **ALBERTO MESTAS MACEDO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 309-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 045-2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ALBERTO MESTAS MACEDO** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Cesar Guillermo Camargo Najara** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 045-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **ALBERTO MESTAS MACEDO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VIANORTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dr. Pilsy Yllari Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2025
Interesado (a)



EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

4%

2

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

core.ac.uk

Fuente de Internet

1%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Privada Antenor
Orrego

Trabajo del estudiante

<1%

6

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ALBERTO MESTAS MACEDO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41797224
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-2917-2507
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	02442876
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Lampa Distrito: Santa Lucía Latitud: S 15° 41' 44" Longitud: O 70° 36' 33"  https://maps.app.goo.gl/PRFdofzFVpxJoVxFA
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Diciembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJÓN
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
Dr. Fito Willy Momeni Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ALBERTO MESTAS MACEDO, identificado con DNI

Nro. 41797224, en mi condición de egresado de:

☒ Escuela Profesional

☐ Programa de Segunda Especialidad,

☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico denominada:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA

INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES

VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliana 30 de diciembre del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a Dios, la fuente de mi sabiduría y guía en cada paso de mi vida. En memoria póstuma de mis padres †, cuyo amor y sacrificio incondicionales me han dado la fuerza y la determinación para buscar mi educación, siempre he sido mi inspiración y siempre han creído en mí incluso cuando pasábamos por momentos difíciles. No puedo agradecerles lo suficiente por su amor, apoyo y dedicación, este trabajo es en agradecimiento por sus bendiciones a lo largo de mi vida. Es a mis padres a quienes debo este trabajo y espero que honre su nombre y el lugar que ocupan en mi vida.



AGRADECIMIENTO

Queridos padres, estimados docentes de ingeniería civil, es un honor expresar mi gratitud hacia ustedes en este momento tan significativo para mí.

Queridos padres, gracias por ser mi fuente de amor interminable, aliento y apoyo durante este viaje. Todo su trabajo y esfuerzo fue la base de mi capacidad de llevar a cabo mi pasión por la ingeniería civil. Cada logro que además sea suyo goza de mi más sincero agradecimiento.

Mis respetados docentes de ingeniería civil, . Tú experiencia experto y dedicación por la educación ciertamente ha sido una gran fuente de inspiración para mí. Cada lección que he recibido de usted ha sido un paso significativo en mi desarrollo, ya sea personal, académico o profesional. Gracias por su paciencia, guía y por compartir sus experiencias con nosotros.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la realidad problemática	14
1.2 Planteamiento del problema	15
1.2.1 Problema general	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos de la investigación	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación.....	16
1.4.1 Justificación técnica.....	16
1.4.2 Justificación económica.....	17
1.4.3 Justificación social	17
1.4.4 Justificación ambiental.....	17
1.5 Hipótesis de la investigación	18
1.5.1 Hipótesis general.....	18
1.5.2 Hipótesis específicas	18
1.6 Variables e indicadores	18
1.6.1 Variable independiente	18
1.6.2 Variable dependiente.....	19



1.7 Operacionalización de variables	20
---	----

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación	21
2.1.1 Antecedentes internacionales	21
2.1.2 Antecedentes nacionales	24
2.1.3 Antecedentes regionales	26
2.2 Bases teóricas	27
2.2.1 Cuarcita	27
2.2.2 Sillar	30
2.2.3 Concreto	32
2.2.4 Propiedades del concreto	38
2.2.5 Diseño de mezcla	44
2.3 Marco conceptual	45

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación	47
3.2 Tipo de investigación	48
3.3 Nivel de la investigación	48
3.4 Diseño de la investigación	49
3.5 Métodos de la investigación	49
3.6 Población y muestra de la investigación	50
3.6.1 Población	50
3.6.2 Muestra	50
3.7 Técnicas e instrumentos	52
3.7.1 Técnicas	52
3.7.2 Instrumentos	52
3.8 Validación y confiabilidad del instrumento	53
3.8.1 Validación de los instrumentos	53
3.8.2 Confiabilidad de instrumentos	53



3.9	Procedimiento de recolección de datos	53
3.9.1	Procedimiento de recolección de material	54
3.9.2	Ensayos en laboratorio	57
3.10	Procesamiento y análisis de datos	57

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Presentación y análisis de resultados	58
4.1.1	Efecto de la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en el asentamiento ..	59
4.1.2	Efecto de la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en el módulo de elasticidad.....	61
4.1.3	Influencia de la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en la resistencia a flexión	76
4.2	Discusión de resultados	91
CONCLUSIONES		93
RECOMENDACIONES.....		95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		96
ANEXOS		102



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables	20
Tabla 2	Número de especímenes frescos para medición de asentamientos	51
Tabla 3	Número de especímenes frescos para medición de módulos mecánicos	51
Tabla 4	Propiedades de la cuarcita	54
Tabla 5	Composición del sillar reciclado.....	56
Tabla 6	Normativas de los ensayos empleados.....	57
Tabla 7	Cantidades resultantes de elementos para concretos.....	58
Tabla 8	Dosificaciones con la incorporación de la cuarcita	59
Tabla 9	Dosificación con la incorporación del sillar reciclado.....	59
Tabla 10	Asentamiento de las muestras.....	60
Tabla 11	Módulos elásticos de la serie de verificación	61
Tabla 12	Módulos elásticos de la serie experimental con 7% cuarcita.....	61
Tabla 13	Módulos elásticos de la serie experimental con 15% cuarcita.....	62
Tabla 14	Módulos elásticos de la serie experimental con 20% cuarcita.....	62
Tabla 15	Módulos elásticos de la serie experimental con 7% sillar.....	63
Tabla 16	Módulos elásticos de la serie experimental con 15% sillar.....	63
Tabla 17	Módulos elásticos de la serie experimental con 20% sillar.....	64
Tabla 18	Comparación de resistencia a compresión a la primera etapa de curado	64
Tabla 19	Módulos elásticos de la serie de verificación	65
Tabla 20	Módulos elásticos de la serie experimental con 7% cuarcita.....	66
Tabla 21	Módulos elásticos de la serie experimental con 15% cuarcita.....	66
Tabla 22	Módulos elásticos de la serie experimental con 20% cuarcita.....	67
Tabla 23	Módulos elásticos de la serie experimental con 7% sillar.....	67
Tabla 24	Módulos elásticos de la serie experimental con 15% sillar.....	68
Tabla 25	Módulos elásticos de la serie experimental con 20% sillar.....	68
Tabla 26	Comparación de resistencia a compresión a la segunda etapa de curado.....	69



Tabla 27	Módulos elásticos de la serie de verificación	70
Tabla 28	Módulos elásticos de la serie experimental con 7% cuarcita.....	70
Tabla 29	Módulos elásticos de la serie experimental con 15% cuarcita.....	71
Tabla 30	Módulos elásticos de la serie experimental con 20% cuarcita.....	71
Tabla 31	Módulos elásticos de la serie experimental con 7% sillar.....	72
Tabla 32	Módulos elásticos de la serie experimental con 15% sillar.....	72
Tabla 33	Módulos elásticos de la serie experimental con 20% sillar.....	73
Tabla 34	Comparación de resistencia a compresión a la cuarta etapa de curado	73
Tabla 35	Resumen de módulos de elasticidad alcanzados.....	74
Tabla 36	Módulos de roturas de la serie de verificación	76
Tabla 37	Módulos de roturas de la serie experimental con 7% cuarcita.....	76
Tabla 38	Módulos de roturas de la serie experimental con 15% cuarcita.....	77
Tabla 39	Módulos de roturas de la serie experimental con 20% cuarcita.....	77
Tabla 40	Módulos de roturas de la serie experimental con 7% sillar reciclado.....	78
Tabla 41	Módulos de roturas de la serie experimental con 15% sillar reciclado.....	78
Tabla 42	Módulos de roturas de la serie experimental con 20% sillar reciclado.....	79
Tabla 43	Comparación de módulos de roturas a la primera etapa de curado	79
Tabla 44	Módulos de roturas de la serie de verificación	80
Tabla 45	Módulos de roturas de la serie experimental con 7% cuarcita.....	81
Tabla 46	Módulos de roturas de la serie experimental con 15% cuarcita.....	81
Tabla 47	Módulos de roturas de la serie experimental con 20% cuarcita.....	82
Tabla 48	Módulos de roturas de la serie experimental con 7% sillar reciclado.....	82
Tabla 49	Módulos de roturas de la serie experimental con 15% sillar reciclado.....	83
Tabla 50	Módulos de roturas de la serie experimental con 20% sillar reciclado.....	83
Tabla 51	Comparación de módulos de roturas a la segunda etapa de curado.....	84
Tabla 52	Módulos de roturas de la serie de verificación	85
Tabla 53	Módulos de roturas de la serie experimental con 7% cuarcita.....	85
Tabla 54	Módulos de roturas de la serie experimental con 15% cuarcita.....	86



Tabla 55	Módulos de roturas de la serie experimental con 20% cuarcita.....	86
Tabla 56	Módulos de roturas de la serie experimental con 7% sillar reciclado.....	87
Tabla 57	Módulos de roturas de la serie experimental con 15% sillar reciclado.....	87
Tabla 58	Módulos de roturas de la serie experimental con 20% sillar reciclado.....	88
Tabla 59	Comparación de módulos de roturas a la cuarta etapa de curado	88
Tabla 60	Resumen de módulos de roturas alcanzados	89



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Cuarcita	28
Figura 2	Cuarcita	54
Figura 3	Sillar reciclado.....	55
Figura 4	Cantera Cabanillas.....	56
Figura 5	Asentamiento	60
Figura 6	Relación de módulos elásticos a la primera etapa de curado	65
Figura 7	Relación de módulos elásticos a la segunda etapa de curado	69
Figura 8	Relación de módulos elásticos a la cuarta etapa de curado	74
Figura 9	Evolución de módulos de elasticidad.....	75
Figura 10	Relación de módulos de roturas a la primera etapa de curado	80
Figura 11	Relación de módulos de roturas a la segunda etapa de curado	84
Figura 12	Relación de módulos de roturas a la cuarta etapa de curado	89
Figura 13	Evolución de módulos de roturas	90



RESUMEN

El presente estudio, titulado "Evaluación de las propiedades de un concreto convencional con incorporación de cuarcita y sillar reciclado en porcentajes variables en el distrito de Santa Lucía 2025", en el que se cuenta como finalidad evaluar el efecto de la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en las propiedades de los concretos. El trabajo se desarrolló con un enfoque cuantitativo, utilizando métodos científicos, con tipo aplicada y diseño experimental. Los valores alcanzados muestran una consistencia en el grupo de control de 3.87", conforme se sustituye los agregados por cuarcita, los asentamientos disminuyen progresivamente, asimismo, en el caso del sillar reciclado, al 7% de sustitución, el asentamiento fue de 3.52", al 15% de 3.10" y al 20% de 2.76". Por otro lado, en el módulo de elasticidad a los 28 días del grupo de control se alcanzó 214.4 kg/cm², con la incorporación de cuarcita al 15%, el esfuerzo incrementó a 224.78 kg/cm² y al 20% disminuyó a 220.12 kg/cm²; para el sillar reciclado, al 7% de sustitución se alcanzó 215.97 kg/cm², mientras que al 20% se redujo a 202.92 kg/cm². En el módulo de rotura, el grupo de control logro 35.21 kg/cm², al incorporar cuarcita al 15% se alcanzó 39.18 kg/cm² y al 20% fue de 37.35 kg/cm²; con sillar reciclado, al 7% se alcanzó 36.32 kg/cm² y al 20% bajó a 30.41 kg/cm². En conclusión, los valores alcanzados demuestran que la sustitución de parte de agregados gruesos con cuarcita mejora las cualidades de orden mecánico de concretos, mientras que la inclusión de sillar reciclado genera una ligera disminución en dichas propiedades.

Palabras Clave: Concreto convencional, cuarcita, propiedades del concreto, sillar reciclado.



ABSTRACT

This study, entitled "Evaluation of the Properties of Conventional Concrete with the Incorporation of Quartzite and Recycled Ashlar in Varying Percentages in the Santa Lucía District 2025," aims to evaluate the effect of incorporating quartzite and recycled ashlar on the properties of concrete. The work was developed using a quantitative approach, employing scientific methods, with an applied and experimental design. The values obtained show a consistency of 3.87" in the control group. As the aggregates were replaced with quartzite, the slump progressively decreased. Similarly, in the case of recycled ashlar, at 7% substitution, the slump was 3.52", at 15% it was 3.10", and at 20% it was 2.76". On the other hand, the modulus of elasticity at 28 days for the control group reached 214.4 kg/cm². With the incorporation of quartzite at 15%, the stress increased to 224.78 kg/cm², and at 20% it decreased to 220.12 kg/cm². For the recycled stone, at 7% replacement, 215.97 kg/cm² was reached, while at 20% it was reduced to 202.92 kg/cm². In the modulus of rupture, the control group achieved 35.21 kg/cm². With the incorporation of quartzite at 15%, 39.18 kg/cm² was reached, and at 20% it was 37.35 kg/cm². With recycled stone, at 7% it reached 36.32 kg/cm², and at 20% it decreased to 30.41 kg/cm². In conclusion, the values obtained demonstrate that replacing part of the coarse aggregate with quartzite improves the mechanical properties of concrete, while the inclusion of recycled stone results in a slight decrease in these properties.

Keywords: Conventional concrete, quartzite, concrete properties, recycled stone.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible y la gestión responsable de los recursos naturales han emergido como imperativos cruciales en el ámbito de la ingeniería civil. La investigación y la innovación en la producción de materiales de construcción se han convertido en pilares fundamentales para abordar los desafíos ambientales y mejorar la eficiencia de las infraestructuras. Como se indicó anteriormente, la tesis en este contexto dinámico se centra en el análisis de las cualidades de los concretos convencionales con cuarcita y sillar reciclado, específicamente en el distrito de Santa Lucía.

Por tanto, la cuarcita, que son rocas metamórficas compuestas principalmente por cuarzos, se podría recomendar como alternativa a fin del mejoramiento de las características de orden mecánico de los concretos. Se utilizaría peña reciclada de las rocas de desecho, lo cual no solo serviría para hacer frente a las gestiones sostenibles de los desechos, más por el contrario podría cumplir con la disminución de las huellas de carbono resultante de la fabricación de materiales de construcción.

Con su rápido crecimiento urbano y en constante evolución, las necesidades de infraestructura del distrito de Santa Lucía también brindan el entorno geográfico y socioeconómico perfecto para abordar los desafíos presentados por la implementación de este concreto mejorado. La evaluación completa de las propiedades de resistencia, durabilidad y comportamiento estructural de esta nueva formulación de concreto servirá como base de la presente investigación.

El 1er capítulo: Establecimos las variables críticas para el análisis durante el estudio, se explora la problemática general, delimitándose los propósitos y se justifica la relevancia del tema. Desarrollamos nuestras hipótesis.



El 2do capítulo, el segundo, describe la base teórica para el presente, los estudios que se ocuparon del tema y el resumen teórico-conceptual de las opiniones de los expertos y encuestas previas en el campo.

El 3er capítulo, hemos definido los procesos y pasos del trabajo hacia la obtención de información a analizarse, y determinamos los conjuntos muestrales a enfocaremos.

El 4to capítulo, presentamos los resultados de los métodos y procedimientos preparados mediante el uso de tablas y gráficos.

Luego, hicimos conclusiones sobre la base de las investigaciones anteriores para facilitar la comprensión de los resultados. En conclusión, se describen los hallazgos principales del trabajo y se proponen sugerencias prácticas, con una lista de referencias.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la realidad problemática

En el entorno global, el problema que cobra más relevancia hacia la industria de las construcciones es el impacto ambiental, activando las extracciones de recursos de origen natural no renovables, arenas, el cemento y la piedra. La producción y el uso de concreto convencional también son causantes de partes significativas en la emisión de CO₂, que conducen al cambio climático. Además, los desechos generados por la construcción, como las rocas de cuarcita y sillar, están desechados sin descartar y crean grandes volúmenes de desperdicios sólidos, contaminando los ecosistemas locales. La pedrería reciclada usada en la producción de concreto parece ser una forma de abordar ambos problemas. (Carpio y Quintanilla, 2021)

En Perú, la industria de la construcción enfrenta varios problemas relacionados con la escasez de material en zonas locales, como la arena de buena calidad y piedra para la producción de concreto. Además, las altas demandas de proyectos de infraestructura, como en las zonas urbanas y rurales, ha generado una exigencia hacia los recursos de origen natural. A su vez, se evidencia un alto nivel de generación de residuos en las ciudades, que no siempre se gestionan de manera eficiente. La utilización de sillar reciclado y cuarcita como aditivos en la mezcla de concreto no solo es relevante por su potencial

para reducir el impacto ambiental, sino también por su capacidad para abaratar costos, dado que estos materiales son más accesibles y económicos en muchas regiones del país. Sin embargo, la falta de investigación aplicada a nivel nacional sobre los comportamientos de estos componentes reciclados en los concretos hace que muchas veces se desconfie de su eficacia y seguridad, lo que limita su implementación. (Carpio y Quintanilla, 2021)

El distrito de Santa Lucía, en su proceso de crecimiento y urbanización, enfrenta problemas derivados del uso de componentes no renovables en las construcciones de vivienda e infraestructura. La producción de concreto convencional sigue siendo costosa, limitando el paso a soluciones de construcciones de excelencia para las familias de Santa Lucía. El desafío es crear una infraestructura eficiente y sostenible que impulse el desarrollo de la región, paralelamente que se reduce los impactos ambientales. Incorporar insumos reciclados, como la cuarcita y el sillar, en la producción de concreto podría ayudar a resolver parte de esta problemática, pero la falta de estudios previos y la incertidumbre sobre sus propiedades pueden representar barreras para su adopción.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuáles son las propiedades de un concreto convencional con incorporación de cuarcita y sillar reciclado en porcentajes variables en el distrito de Santa Lucía 2025?

1.2.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Cómo influye la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en el asentamiento del concreto en el distrito de Santa Lucía?
- b. ¿Cómo influye la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto en el distrito de Santa Lucía?

- c. ¿Cómo influye la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto en el distrito de Santa Lucía?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar las propiedades de un concreto convencional con incorporación de cuarcita y sillar reciclado en porcentajes variables en el distrito de Santa Lucía 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Evaluar la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en el asentamiento del concreto.
- b. Evaluar la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto.
- c. Evaluar la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

La aplicación de cuarcita y sillar reciclado en concretos convencionales es un área de estudio importante en el rubro de las ingenierías. Las evaluaciones de las cualidades antes mencionadas son críticas para el comportamiento del material y la optimización del uso de concretos en proyectos de construcciones. Además, el hecho de que la investigación se realice en las zonas de Santa Lucía implica la presencia de ciertas peculiaridades geológicas y climáticas que incluso podrían incidir en los rendimientos generales de concretos. Por tanto, esta evaluación técnica permitirá recopilar los datos

necesarios y adaptar las mezclas de concreto a las condiciones de la región, aumentando las eficiencias y la sostenibilidad de los componentes construidos.

1.4.2 Justificación económica

La justificación económica, por otro lado, radica en la necesidad de introducir alternativas rentables y sostenibles en la producción de concreto. La cuarcita y el sillar reciclado aparte de la disminución de impactos ambientales, incluso puede ser mucho más baratas de producir, especialmente dada una fuerte tendencia alcista de los precios de los insumos tradicionales. Esta evaluación ayudará a comprender si estos materiales pueden calificar como sustitutos, totales o parciales, de los componentes convencionales sin afectar el rendimiento de concretos. En general, la investigación es de gran valor económico ya que puede proporcionar a la industria de la construcción de Santa Lucía una precisada alternativa de bajo costo.

1.4.3 Justificación social

También, la investigación toca el aspecto social al mirar a los efectos en la población local. La aplicación de prácticas sostenibles y la utilización de material reciclado impulsan a una más baja cantidad de desechos actuales y un desarrollo mucho más beneficioso para la población en la localidad de influencia. Adicionalmente, las propiedades con las cuales se reforma el hormigón no solo se verían reflejadas en el tiempo de servicio de la edificación, sino también en un efecto por sí mismo en la seguridad y por ende de las poblaciones adyacentes a Santa Lucía.

1.4.4 Justificación ambiental

Hoy en día, evaluar las cualidades ambientales de las composiciones de concretos propuestos es obligatoria en vista del creciente enfoque en la sostenibilidad. Por lo tanto, el uso de cuarcita y sillar reciclado puede disminuir la cantidad de demanda de recursos naturales y reducir la cantidad de residuos de construcción. Al analizar el ciclo de vida de

estas mezclas, se puede determinar el impacto ambiental global, contribuyendo así a la selección de opciones responsables con el cuidado del entorno ambiental en los ámbitos de construcciones.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

Las propiedades de un concreto convencional mejorará significativamente con incorporación de cuarcita y sillar reciclado en porcentajes variables en el distrito de Santa Lucía 2025.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. La incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso tendrá un efecto significativo en el asentamiento del concreto.
- b. La incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso tendrá un efecto significativo en la resistencia a compresión del concreto.
- c. La incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso tendrá un efecto significativo en la resistencia a flexión del concreto.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 *Variable independiente*

Cuarcita y sillar reciclado

Dimensiones:

- Reemplazo parcial de agregados con cuarcita en cantidades de 7%, 15% y 20%



- Reemplazo parcial de agregados con sillar reciclado en cantidades de 7%, 15% y 20%

1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades de un concreto convencional

Dimensiones:

- Asentamiento
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Valor final	Inst. de Medición	Tipo
VI CUARCITA	La cuarcita es una roca metamórfica compuesta principalmente por cuarzo, que se forma a partir de la recristalización de areniscas y cuarcitas preexistentes.	Aplicación de cuarcita y en cantidades de 7%, 15% y 20%.	Remplazo de agregados gruesos por cuarcita en 7%, 15% y 20%	7% - 20%	(balanza de precisión)	Continua
	El sillar reciclado se refiere al uso de bloques de sillar, que son bloques de roca volcánica utilizados comúnmente en la arquitectura de la región andina, en proyectos de construcción sostenible.	Aplicación de sillar reciclado en cantidades de 7%, 15% y 20%	Remplazo de agregados gruesos por sillar reciclado en 7%, 15% y 20%	7% - 20%	(balanza de precisión)	
VD PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL	Las propiedades son una característica mecánica fundamental en la industria de las construcciones, el cual estima la durabilidad y seguridad de edificaciones.	Asentamiento.	Trabajabilidad del concreto	(3 a 4) Pulg.	NTP 339.035.	Continua
		Resistencia a compresión.	Roturas a compresión	(210) Kg/cm ²	NTP 339.034	
		Resistencia a flexión.	Roturas a flexión	Kg/cm ²	NTP 339.079	

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Chandra y Ramaraju, (2022) en el trabajo "Estudio experimental sobre las propiedades del hormigón mediante la sustitución de áridos gruesos por cuarcita", investiga el uso de cuarcita como alternativa al agregado grueso en la mezcla de hormigón. Se realizaron estudios experimentales en hormigón de cemento simple, reemplazando el agregado grueso hasta un 100% y evaluando su durabilidad. Los ensayos fueron realizados siguiendo los estándares establecidos por la Oficina de Normas de la India. Los resultados indican que la cantidad óptima de suplencia de cuarcita es 20%, alcanzando una mejora en el módulo de elasticidad de un 20% en relación al hormigón tradicional. Con el 100% de suplencia de componentes de grava, el módulo de elasticidad alcanzó valores de 53.2 N/mm² y 48.8 N/mm², respectivamente. El hormigón elaborado con cuarcita mostró un rendimiento superior en relación a módulos de elasticidad a los 28, 60, 90 y 120 días, especialmente cuando se expuso a condiciones agresivas como agua de mar, ácidos y variaciones térmicas, superando al hormigón convencional. Además, mostró un rendimiento satisfactorio en presencia de sulfatos. En general, el empleo de cuarcita como reemplazo de materiales gruesos en el hormigón mostró un rendimiento razonablemente

bueno en diversas condiciones climáticas, lo que sugiere su viabilidad hacia suplemento sostenible de materiales gruesos en las producciones de hormigón.

Según Gehlot et al. (2021) en su investigación "Ensayo de resistencia a la compresión, a la flexión y ensayo de permeabilidad de hormigón que incorpora polvo de roca de cuarcita", el trabajo se basa en investigar las cualidades de orden mecánico del hormigón al sustituir arena y cementos por polvo de roca de cuarcita, en cantidades de hasta un 70% y 40%, respectivamente. Para ello se realizaron pruebas de orden mecánico en diferentes muestras de concretos hechos con polvo de roca de cuarcita, con edades de 7 y 28 días. La trabajabilidad del concreto de polvo de cuarcita, tanto con cómo sin fibras, mostró una reducción en relación con los concretos de control, siendo el orden de reducción asociado con la cantidad de polvo de cuarcita. El módulo de rotura de concretos de polvo de rocas de cuarcita aumentó en un 16.14% en relación con concretos de control a los 28 días. La adición de fibras de vidrio al concreto de polvo de roca de cuarcita generó un aumento del 23.37% en el esfuerzo a rotura, contribuyendo significativamente a una mejora del 42.15% en comparación con el concreto estándar. La dosis óptima de reemplazo de cemento por polvo de roca de cuarcita fue del 30%, con un aumento del 8.71% en el módulo a rotura, igualando a concretos de control a los 28 días. La aplicación de fibra de vidrio al concreto de polvo de roca de cuarcita generó un aumento adicional del 20.24%, destacando la eficacia de esta combinación para el mejoramiento del módulo de rotura en un 31.38%. En consecuencia, el empleo de polvo de roca de cuarcita en suplemento en la mezcla de concreto ha demostrado ser eficiente para la fabricación de concreto verde sostenible, con propiedades de durabilidad comparables o superiores a las mezclas de control proporcional.

Según Thejaswini et al. (2023) en su estudio titulado "Estudios experimentales sobre propiedades mecánicas y de durabilidad de hormigones de altas prestaciones con sustitución parcial de árido fino por Cuarcita triturada y material aglutinante por cenizas



volantes y humo de sílice", Este estudio se centró en el concreto de grado M60, diseñado conforme a los estándares del American Concrete Institute (ACI, 234R-96), empleando cuarcita triturada modificada como sustituto del agregado fino. Las cualidades de orden mecánico y durabilidades del concreto de desempeños altos (HPC) fueron evaluadas mediante pruebas de módulo de elasticidad, tracción dividida, resistencia a los ácidos, resistencia a los sulfatos, resistencia a los cloruros, velocidad del pulso ultrasónico y pruebas alternativas en condiciones húmedas y secas. Los resultados experimentales indican que el HPC exhibe características mecánicas y de durabilidad notables cuando se reemplaza el 30% del agregado fino por cuarcita triturada. Al suplir hasta un 30% de arenas naturales de río por residuos de cuarcita triturados, se mejoraron propiedades mecánicas como el módulo de elasticidad de concretos. Sin embargo, al aumentar la sustitución al 40%, la resistencia del hormigón disminuyó a 71.22 MPa. Los esfuerzos a la tracción del hormigón incrementaron con un 30% de suplencia de residuos de cuarcita triturados, pero disminuyó con un nivel superior. La textura rugosa de los residuos de cuarcita mejora la unión con los materiales aglutinantes. Una sustitución del 30% de árido fino con residuos de cuarcita resultó en una resistencia a la tracción dividida de 3.21 MPa. El reemplazo del 40% con agregado natural mostró un alto módulo elástico de 42.23 GPa. Las propiedades de durabilidad se evaluaron durante 270 días bajo diversas condiciones ambientales. Las resistencias a las compresiones residual del agregado fino de cuarcita triturada fue superior bajo exposición a ácido, cloruro, sulfato y condiciones húmedas y secas. En consecuencia, los reemplazos de forma parcial del 30% de árido fino con cuarcita triturada puede ser eficaz en condiciones diversas. En resumen, el uso de residuos de cuarcita triturada como áridos finos hasta un 30% se presenta como una solución experimentalmente respaldada y sostenible en la construcción, contribuyendo a evitar el agotamiento de recursos naturales.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Castillo y Quispe (2019) en su tesis titulada "Propiedades mecánicas del concreto elaborado con adición de vidrio molido y cuarcita", el propósito fundamental de esta investigación es examinar los comportamientos de los concretos por medio de la sustitución en cantidades parciales de cementos Wari tipo I a cambio de vidrios molidos o cuarcitas, en cantidades porcentuales de 5, 10, 15, 20 y 25, con el objetivo de alcanzar resistencias de 210 kg/cm^2 . Según lo alcanzado, se observó que, al sustituir el cemento por vidrios molidos, el módulo de elasticidad aumentó hasta 0.43% y lo demás redujo a la cuarta semana de análisis. De manera similar, al reemplazar el cemento por cuarcita molida en los mismos porcentajes, las cualidades de elasticidad se redujeron progresivamente hasta la cuarta semana de análisis. Las proporciones que demostró los mejores aportes a la elasticidad de concretos es el 5% de vidrios hacia los cementos, alcanzando resistencias promedio de 210 kg/cm^2 , lo que representa un aumento del 0.43%. En el caso de la cuarcita molida, la dosificación con mejor resistencia fue también el 5%, generando resistencias de 51 kg/cm^2 , aunque con una disminución del 1,4%. Adicionalmente, la suplencia porcentual de los cementos por cuarcitas molidas o vidrios molidos, se observa una disminución en la trabajabilidad, evidenciada por un slump menor a 3". En los valores de roturas con 5% de reemplazos, se denotaron disminuciones del 12.59% y 17.17%, respectivamente, en los módulos de rotura a la cuarta semana de saturación. Estos hallazgos proporcionan una visión integral de los efectos de la suplencia parcial de cementos por vidrios molidos y cuarcita en diferentes proporciones, contribuyendo así a la comprensión y optimización de la formulación de concretos sostenibles.

Según Huaman (2022) en su tesis "Resistencia mecánica de concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021" teniéndose la finalidad de examinar las variaciones en las resistencias mecánicas de concretos modificados con sillares reciclados hacia los componentes de gravas. Se utilizó metodologías científicas de tipos aplicadas, con enfoques explicativos y diseños experimentales. Los resultados

obtenidos a la cuarta semana muestran que el módulo de elasticidad logró un dato máximo de $296 \text{ kg/cm}^2 \pm 42 \text{ kg/cm}^2$. Con relación a la resistencia a las tracciones indirectas, alcanzando el más alto en $27 \text{ kg/cm}^2 \pm 3.5 \text{ kg/cm}^2$, y para el módulo de rotura, el máximo alcanzado fue de $31 \text{ kg/cm}^2 \pm 2.6 \text{ kg/cm}^2$. Como conclusión, el trabajo demuestra que una adición de entre 15% y 30% de sillar reciclado al concreto mejora las propiedades mecánicas, mientras que porcentajes mayores a estos indican a reducir las cualidades de carácter mecánico de los concretos modificados.

Según Concha y Fernandez, (2022) en su tesis titulada "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con la adición de residuos de sillar – Arequipa, 2022", se trazaron la finalidad de determinar cómo influye la adición de sillar reciclado en el diseño de concretos característicos de 210 kg/cm^2 . Se adoptó un enfoque cuantitativo para la investigación, clasificándola como aplicada y con diseños no experimentales. La metodología empleada se centró en procedimientos de laboratorio, utilizando ensayos normalizados como instrumento de análisis. La población de estudio se localizó en la cantera de Añashuayco, mientras que las muestras estuvieron compuestas por 72 ejemplares cilíndricos, realizándose ocho dosificaciones con cantidades distintas de sillar al concreto (0%, 3%, 5%, 7%, 9%, 9.5%, 11%, 13%). Los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días de edad. Los resultados obtenidos indican que, en términos de resistencia a la compresión, la adición de residuos de sillar influyó significativamente en las edades mencionadas. A los 7 días, se observó la mayor resistencia en las dosificaciones del 3.0% y 7.0%, alcanzando valores de 190.9 kg/cm^2 y 184.23 kg/cm^2 , respectivamente. A los 14 días, los porcentajes más destacados fueron nuevamente 3.0% y 7.0%, mientras que a los 28 días se registraron valores notables en el 3.0% y 5.0%. En conclusión, el promedio final de los módulos de elasticidad en las etapas de 7, 14 y 28 días fue de 190.9 kg/cm^2 para el porcentaje del 3.0% y 184.23 kg/cm^2 para el 7.0%. Los valores alcanzados indican que la adición de residuos de sillar puede ser de gran beneficio hacia el mejoramiento de las cualidades de carácter mecánico a corto y medio plazo.

2.1.3 Antecedentes regionales

Según Rodríguez (2021), en su tesis titulada “Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto ligero para uso estructural, adicionando piedra pómez, Juliaca - Puno, 2021”, se enfocó en la determinación de las cualidades de carácter físico y mecánico de los concretos ligeros con piedras pómez con diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Los enfoques metodológicos adoptados fueron de diseño experimental, requiriendo la ejecución de tres diseños distintos: uno como patrón con agregado convencional, otro con un 40% de reemplazo de agregados gruesos por piedras pómez, y un tercero con un reemplazo total del 100% por agregado grueso de piedra pómez. Además, se incorporó aditivos plastificantes ChemaPlast, el cual contribuyó a alcanzar el diseño deseado de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Los valores alcanzados por el grupo de control es 248.41 kg/cm^2 (18% de mejora) a la cuarta semana de inmersión. Por otro lado, el diseño con un 40% de reemplazo presentó un módulo de elasticidad 239.26 kg/cm^2 (14% de mejora). En el caso del diseño con un 100% de reemplazo el módulo alcanzado fue 216.27 kg/cm^2 (3% de incremento). En consecuencia, la aplicación de piedras pómez en los concretos ligeros es favorable, tanto en términos de cualidades de carácter físico como mecánico. Los datos obtenidos cumplen con los requisitos establecidos por las normativas ACI y A.S.T.M.

Según Tenorio y Acosta, (2022), en su estudio titulado “Influencia de la aplicación de piedra pómez pulverizada y sillar reciclado sobre las propiedades del concreto convencional en la ciudad de Azángaro”, se trazan como propósito verificar el efecto de la aplicación de sillar reciclado sobre la composición mecánica de los centros. Rigiéndose bajo enfoques cuantitativos y diseños experimentales y explicativos, experimentándose con 105 especímenes, con dosificación 1.00, 0.44, 2.66 y 1.96, respectivamente. Los resultados mostraron que las piedras pómez incide positivamente en trabajabilidades de las mezclas, estando dentro de 3” y 4”, por el contrario, el sillar reduce la consistencia de la mezcla. En cuanto al módulo de elasticidad a la última etapa de inmersión el grupo de control logró $219,05 \text{ kg/cm}^2$, con 0,8% de piedras pómez se logró 222.05 kg/cm^2 , con 1,0%



se logró 224.11 kg/cm^2 , y con 1,2% se logró 228.22 kg/cm^2 que es el más influyente. Por otro lado, la utilización de sillar presento un impacto reductor en el módulo de elasticidad. Con los valores alcanzados por medio de los análisis, se demuestra que la utilización de piedras pómez aporta a la mantención de la consistencia de la mezcla y al mejoramiento del módulo elástico de los concretos, lográndose mejores resultados con 1.2%, mientras que el sillar reciclado, aunque ecológicamente favorable, afecta negativamente estas propiedades, limitando su aplicabilidad en construcciones estructurales.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cuarcita

La cuarcita, una roca metamórfica que experimenta transformaciones en sus minerales bajo intensas presiones y temperaturas, tiene su origen en una arenisca originalmente. Además, a través de su composición mineralógica, la cuarcita es una roca extremadamente dura, lo que la hace altamente resistente a la meteorización. En otras palabras, la cuarcita mantendrá su integridad estructural y belleza a lo largo de los años. En comparación con el mármol, algunos tipos de cuarcita pueden parecerse, aunque es más probable que la cuarcita sea más translúcida. También posee sus propias características especiales que la distinguen, por ejemplo, la resistencia al rayado de la superficie con acero y la no reacción de la subsuperficie efervescente contra el ácido. Todas las características mencionadas anteriormente la clasifican como roca extremadamente duradera y resistente adecuada para la mayoría de las aplicaciones. (Ávila & Jiménez, 2020)

La cuarcita, al no descomponerse con facilidad bajo el clima o cualquier otro factor externo, es conocida como una roca durable adaptable. Su translucidez y resistencia a la erosión le da valor en la construcción; las columnas y estatuas a menudo requieren tanto del aspecto estético como de la resistencia. (Ávila & Jiménez, 2020)

Figura 1*Cuarcita*

Nota. (Ávila & Jiménez, 2020)

Según Castillo & Quispe, (2019) esta roca, es un de origen metamórfico no foliado, se deriva de la transformación de la arenisca despiadada en cuarzo influenciada por la temperatura, las actividades químicas y las presiones durante los cambios de metamorfismo. La transformación conduce a la recristalización de las partículas de arenas y cementos de sílices con el que están vinculados. En lugar de los granos triturados y la estructura de los granos de sílice separados, la cuarcita presenta una telaraña concentrada y coextensiva de granos de cuarzo conectados. A través del aumento de la conexión, la roca experimenta una resistencia tremenda. En lugar de romper los límites entre los granos de cuarzo, rompe los granos mismos. La regularidad de esta serie de actuaciones es pura para la piedra arenisca.

En términos de composición, este material particularmente contiene cuarzo en un 90%, y en otros casos puede alcanzar concentraciones asombrosas de hasta un 99% de cuarzo, las mayores y más puras reservas de sílices sobre el terreno mundial. Esta alta proporción de cuarzo no solo hace que sea más resistente, sino que también le otorga algunas propiedades estéticas asombrosas. (Castillo & Quispe, 2019)

Debido a su durabilidad y a su composición en gran parte cuarzosa, se ha vuelto destacada en la industria de la construcción, así como en múltiples aplicaciones decorativas. Por tanto, gracias a sus capacidades de soportar condiciones severas y su apariencia única, este material cobra un valor importante cuando se trata de varias aplicaciones, desde revestimientos arquitectónicos hasta esculturas artísticas. (Marcano et al., 2020)

El color predominante de la cuarcita pura depende de su negatividad en cuanto a la presencia o ausencia de impurezas. A menudo, es de color blanco, a veces gris. Sin embargo, las variedades de cuarcita rosa y roja tampoco son raras, crecen debido a la fusión variable de Fe_2O_3 . Se pueden observar cuarcitas de varias tonalidades de color, entre naranjas y amarillos, que se atribuyen a una impureza mineral. Estas características cromáticas no solo añaden diversidad estética, sino que también indican la presencia de distintos elementos en la formación de la roca. La estructura interna de una roca, conocida como su estructura, se refiere a la disposición y correlaciones mutuas del componente mineral, la condición de su formación y la dimensión de cada grano. La estructura es la disposición y la correlación mutua de los componentes minerales, la dimensión del grano y las condiciones de su formación. La estructura granoblastica de cuarcita es contributiva a su resistencia. (Vallejo, 2016)

2.2.1.1 Uso de la cuarcita

Por sus excepcionales propiedades, la cuarcita ofrece un amplio margen de formas de aplicar en el campo de construcciones, la manufactura, la arquitectura y las artes decorativas. Sin embargo, su uso no se ha generalizado, a pesar de ser un material de alta calidad. A continuación, se describen las múltiples aplicaciones de la cuarcita y las razones para desconfiar de su uso. (Ávila & Jiménez, 2020)

- **Uso arquitectónico:** Si bien los mármoles y los granitos fueron componentes dominantes en la arquitectura en el proceso de varios siglos, las cuarcitas, con la escala

de Mohs de siete y mayor resistencia que ambos, ha visto un uso creciente. Ofrece una mayor resistencia a la abrasión para su uso en escaleras y pisos, y en paredes, en comparación con otros usos, mayor resistencia a productos químicos y al ambiente. Con tonos naturales que van desde tonos neutrales claros hasta oscuros, la cuarcita está ganando una aceptación relativamente lenta a medida que se reconocen sus cualidades estéticas y su durabilidad.

- **Uso en construcción:** la cuarcita es una piedra triturada excelente y de larga duración para áreas de construcción que requieren un alto rendimiento. En términos de resistencia, la cuarcita es más dura y resistentes al desgaste en relación a otras piedras; por tanto, por lo general, se considera mejor que todos los otros materiales. Sin embargo, su rendimiento superior también presenta desafíos en términos de desgaste en la maquinaria y a los trabajadores, por lo que su acceso se limita a áreas geográficas que no tienen otros agregados.
- **Usos en fabricaciones.** Este material se considera como materias primas puesto a su elevada composición de sílices, con algunos depósitos excepcionales superando el 98%. Estos depósitos se extraen y utilizan en la fabricación de vidrios, ferrosilicios, ferrosilicios de manganesos, metales de silicios, carburos de silicios y varios componentes, contribuyendo a diversas industrias.
- **Uso decorativo:** La cuarcita, cuando se presenta con inclusiones de minerales, puede adquirir atractivos colores. Las inclusiones de fuchsite (mica de moscovita) pueden conferir un tono verde, mientras que la presencia de mica puede dar lugar a una aventurescencia brillante en cuarcitas semitransparentes a translúcidas.

2.2.2 Sillar

La ignimbrita, una roca ígnea y depósito volcánico, se compone principalmente de toba dura, que a su vez está formada por fragmentos de roca y fenocristales, todo ello inmerso en una matriz de fragmentos vítreos. Estas rocas, generalmente de composición intermedia afélsica, se distinguen por la presencia de lo que en geología se denomina

"fiames", líneas que cruzan la roca y pueden estar compuestas por diversos minerales (Talavera & Peña, 2018).

El "sillar", tienen su origen en ignimbritas, aunque aún existe debate sobre su fuente exacta. Uno de los aspectos notorios de depósitos de sillares, es el estilo heterogéneo en que se combinan sus compuestos. Estos depósitos, compuestos por fragmentos de vidrio similar a polvo, piedra pómez y bloques de lava densa, rara vez muestran estratificación, a diferencia de los depósitos formados por acciones fluviales o caídas de materiales desde cierta altura en la atmósfera. La uniformidad en la mezcla de materiales es una característica distintiva (Talavera & Peña, 2018).

Entre antiguos sillares o pre-glaciares y recientes sillares, señalando que las mayorías de los sillares en los exteriores de Arequipa se formó antes de la época glacial. Además, destaca que la formación del sillar implica la utilización de porciones grandes de los farallones de ignimbrita ocasionados por causas de agua, tanto de orden permanente como temporal, que son posteriormente ampliados de manera artificial por el trabajo de los canteros. Este trabajo, en su mayoría manual y utilizando herramientas básicas de acero y plástico, no solo es laborioso sino que también resulta en grandes acumulaciones de material desperdiciado (Talavera & Peña, 2018).

El estudio de la composición mineralógica del sillar realizado por (Quito, 2020). Las principales componentes identificadas son las siguientes:

- Plagioclasas: Se trata de un grupo de minerales pertenecientes a la familia de los feldespatos. Su presencia sugiere la participación de procesos magmáticos en la formación del sillar.
- Biotita: La biotita es un mineral del grupo de las micas, y su inclusión en la composición mineralógica del sillar indica la posible presencia de minerales ferromagnesianos.
- Vidrio volcánico: La presencia de vidrio volcánico destaca la naturaleza ígnea del sillar, indicando la rápida solidificación de lava o ceniza volcánica que formó la roca.

- Esquirla: en este caso, se puede interpretar este término como fragmentos o astillas de material. Relacionado con el sillar y su composición mineralógica, es posible que haga referencia a la existencia de fragmentos irregulares.
- Material desvitrificado: este término me sugiere que parte del material ha perdido la estructura vítrea inicial. Puede deberse a un proceso de recristalización o, incluso, de alteración.
- Trozos líticos: la existencia de trozos líticos me habla acerca de la presencia de fragmentos de rocas mayores aportecadas en la matriz de la ignimbrita. Dichos trozos pueden poseer diferentes composiciones y haber sido aportados durante la activación volcánica.

Estos hallazgos microscópicos ofrecen una comprensión detallada de los ingredientes del sillar, desde su origen ígneo y los procesos geológicos involucrados. La heterogeneidad y los minerales específicos discutidos aquí implican una historia geológica complicada y multifacética para esta roca.

2.2.3 Concreto

El producto artificial concreto consiste especialmente de dos componentes que son: la pasta y el agregado. La primera es el agua unida ahora químicamente con la sustancia cementante que posee partículas unidas entre sí y, la segunda, es la suma de arenas y piedras cuyas partículas no se encuentran adheridas unas a otras Guerra y Eljach (2021). Este material de construcción posee una amplia aplicación y es el más utilizado en nuestro país. Entre sus ventajas sobresale su capacidad para adquirir la forma de barras con distintos encofrados manteniendo su característica plastilidad. El concreto posee también una notable resistencia a la compresión, lo cual es favorable para columnas y arcos. Además, posee buenas resistencias al calor y a la acción penetrante de la humedad. (Abanto, 2009)

El concreto son componentes compuestos uniformes de cementos, aguas, elementos granulares, materiales finos, agregado de grava y, a veces, varios aditivos. Este

material se vuelve rígido, formando una masa que es compacta y tiene la capacidad de resistir fuerzas de compresión enormes siempre que no se vea superado por su resistencia de diseño. (Gómez y Lenis, 2021)

En la actualidad, hay varios tipos de concretos que difieren en parámetros, como la adición de acero, partículas reciclables, peso o el uso en la construcción. En el trabajo realizado se tratará únicamente de concretos simples, que se produce in situ y se aplica sobre todo en la colocación de formaletas estructurales para edificación en obra. Dada su simplicidad y la capacidad de uso directo, este tipo de concreto desempeñan papeles importantes en la industria de las construcciones. (Carpio y Quintanilla, 2021)

2.2.3.1 Componentes básicos del concreto

El hormigón consta de determinados elementos básicos que pueden dividirse en dos categorías principales: los cementos y los áridos. Estos elementos son fundamentales en la conformación y propiedades de dicho material, ampliamente empleado en la edificación.

a) Cemento

El cemento cumple un propósito vital como aglutinante, mostrando propiedades adhesivas y cohesivas que se utilizan al pegar juntas las piezas de minerales fragmentados para crear una única pila. Aglutinante en sus nuevas cualidades pasa a ser el material con especial adhesión y atracción. Su papel es suficientemente esencial para unir minerales fragmentados presentes en una mezcla. Asegura la creación de la estructura única y fuerte, y la coherencia. Recoge conjuntamente todos los elementos de la mezcla y facilita su pila compacta. En todo este proceso, el cemento actúa como un eslabón vital; su función es mantener unidos los distintos elementos de la mezcla. No es una exageración describir el cemento como una sustancia unificadora; en la formación de materiales como el concreto, su capacidad para adherir y coagular los componentes también interpreta un rol importante en las producciones de un producto terminado fuerte y duradero. (Suarez, 2022)

El cemento Portland guarda semejanzas con los cementos hidráulicos, ya que se obtiene mediante la descomposición de clinkers, que contiene básicamente silicato de calcio hidráulico. Este tipo de cemento es de una fina apariencia verdosa, que debe de mezclarse con humedad para formar pastas, al fraguar y endurecerse, arroja un grado notable de resistencia y durabilidad. (Ayala, 2023)

Hay muchas variedades de cementos, con diferentes fines en diferentes tipos de construcción:

Tipo I:

- Utilizado en estructura de concretos y morteros de usos generales.
- Adecuado en ocasiones donde no se quieren cualidades de orden especial.
- Ideal para composiciones que no estarán en exposición a un factor agresivo como sulfato.

Tipo II:

- Recomendado en construcciones que necesitan resistencias moderadas a sulfato, como drenajes.
- Adecuado para lugares con moderado calor de hidratación.
- Utilizado en edificaciones, instalaciones industriales, puentes, obras portuarias, perforaciones, especialmente en climas cálidos.

Tipo III:

- Diseñado para actividades que requieren resistencias altas en tempranas edades.
- Adecuado para construcciones en frías zonas, permitiendo una disminución en los curados controlados.

Tipo IV:

- Indicado hacia edificaciones que necesitan calores de hidrataciones bajos.
- Utilizado en presas, central hidroeléctrica y actividades de gran empleo de concretos.
- Desarrollan resistencias a velocidades menores que otros tipos de cemento.

Tipo V:

- Recomendado hacia actividades que requieren altas resistencias a los sulfatos.
- Útil en obra portuaria expuestas a las aguas de mares, canal, alcantarilla y túnel.
- Desarrolla resistencias de lenta ganancia, menores al Tipo I, pero aumenta sus resistencias al sulfato.

b) Agregado

Los agregados desempeñan un papel crucial como aglomerantes de orden fundamental en las fabricaciones de los concretos, lo que representa cercanamente al 75% de los totales de las mezclas. La calidad de estos aglomerantes es esencial, ya que influye directamente en las cualidades de orden final de los concretos. Su impacto en las resistencias diseñadas, durabilidades y densidad del concreto es tan significativo como el propio cemento. Los materiales, constituidos por variedad de minerales desde arena, grano, cuarcita, entre otras mezclas, cumplen una función vital en la configuración física y química del concreto. La acomodación correcta de las partículas volumétricas dentro del concreto constituye un factor esencial para la obtención de estructuras que sean compactas y resistentes, dentro de las directrices establecidas por el comité 211 de ACI. (Rodriguez, 2021)

Por origen, los agregados se dividen en naturales y artificiales, también son clasificados en naturalidad y densidad. Esto se requiere para conocer y regular de forma eficaz las características particulares de los agregados, a fin de mejorar su relación general con la calidad del concreto. (Apaza, 2022)

Los agregados finos y gruesos, incluida la grava y la arena, son gránulos de dimensiones específicas en función de los requisitos técnicos. Dichas partículas, al reaccionar con cemento y agua, crean concreto en su base debido a su origen natural. (Acevedo et al., 2022)

Características de los agregados

❖ Granulometría del agregado

Las granulometrías de materiales, así como arenas como gravas, así como la evaluación global, se determina mediante el análisis de tamices, conforme a normas internacionales. Este proceso realiza pasos de materiales por medio de varias series de malla con distintas aberturas, actuando como retenedores o coladores. Este ensayo permite calcular los módulos de fineza de materiales y sus tamaños máximos nominales (Apaza, 2022).

❖ Pesos unitarios secos y compactados del material

Este ensayo proporciona los valores de peso unitario suelto y compactado, los cuales son fundamentales para el diseño de mezclas y el cálculo de vacíos en ambos tipos de agregados, ya sea fino o grueso, así como en la mezcla combinada de ambos (Aguinaga, 2019). Esta información es esencial para garantizar la adecuada densificación y compactación de los materiales en la formulación de mezclas, contribuyendo así a las calidades y resistencia de los componentes empleados en construcción.

❖ Peso específico y absorción del agregado

Los pesos específicos, también conocidos como densidades, del agregado se define como las relaciones entre las masas de unas unidades volumétricas de los materiales y las masas de humedades. En cuanto a absorciones, son las capacidades de unos agregados para saturarse con agua y llenar las fisuras internas gracias a la capilaridad, aunque deja todavía algunos espacios con aire atrapado. Ambos, parámetros establecidos dentro de estándares internacionales, son claves para entender la compacidad y la capacidad del agua de retención. (Zega et al., 2018)

❖ Contenido de humedad

Cantidad de agua superficial presente en kg/m^3 * Esta vinculación refiere a las cantidades de aguas superficiales que posee los materiales en un instante determinado. es importante su medición, ya que influye notablemente en la que contienen las cantidades de agua del concreto, factor fundamental considerar en la construcción.

c) Agua

Son componentes vitales en la fabricación de concretos. Como se mencionó, es también necesaria para la hidratación, el proceso a través del cual los constituyentes del cemento resultan en la formación de la pasta. Este es esencial para garantizar la mezcla con la trabajabilidad adecuada. También es necesaria en el curado, un procedimiento necesario que afecta esencialmente la fuerza y otras propiedades de un producto terminado. En la reacción, el ingrediente obligado líquido se mezcla con las sustancias químicas para formar una sustancia, la pasta, con propiedades de adhesión y cohesión que pegan los agregados juntos. Se utiliza la cantidad de calidad del líquido en esta etapa para determinar los atributos de fuerza y la durabilidad del producto obtenido. (Carpio & Quintanilla, 2021).

En términos de producción, el agua de mezclado es vital en la medida en que permite que las partículas de cemento se hidraten de manera eficiente. Eso produce una mezcla suelta y fácil de manejar. Se necesitan experiencias para determinar la cantidad correcta en relación con las necesidades de producción. Esencialmente, la cantidad de agua utilizada tiende a ser inversamente proporcional a la resistencia de la mezcla. Dicho de otra manera, a medida que la cantidad de agua utilizada aumenta en la mezcla, su resistencia final tiende a disminuir.

Por consiguiente, este balance debe mantenerse entre las cantidades de humedad y la adquisición de las consistencias. Es fundamental para mantener la trabajabilidad de las sustancias y maximizar la fuerza dura. Demasiada agua dañará la estructura interna del hormigón y no podrá soportar ninguna carga o esfuerzo. (Cruz & Sam, 2020)

Por otro lado, el agua también es esencial en la operación de tratamiento. El proceso involucra mantener la superficie de la losa húmeda durante un tiempo suficiente después de la colocación. La funcionalidad es críticamente vital para que la hidratación continúe y se desarrollen completamente las propiedades resistentes de la pieza. El curado apropiado finalmente garantiza la calidad del resistente. (Carpio & Quintanilla, 2021)

2.2.4 Propiedades del concreto

Considerado un importante componente de construcciones que has cambiado con el tiempo, el proceso de la caracterización de sus características es una necesidad. Para garantizar que el uso del concreto se realice de la mejor manera, las propiedades físicas y mecánicas detalladas son fundamentales. Algunas de las propiedades asociadas con el concreto y que deberán caracterizarse incluyen las resistencias a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad y durabilidad, entre otras. La caracterización esculpe no solo las actividades que son posibles con el concreto, sino que también apuntala las tomas informada de decisión en el diseño y las construcciones de estructuras. (Atencio & Nieto, 2022)

2.2.4.1 Concreto en estado fresco

a) Trabajabilidad

Conforme a Navarro y Navarro (2021), la trabajabilidad del hormigón, es decir, la facilidad con la que se puede distribuir el hormigón en el interior del encofrado, se ve con varios factores. Juntos, estos factores son esenciales para alcanzar una trabajabilidad deseable del concreto, cuya calidad consiste en la adecuada trabajabilidad. Algunos de los factores que afectan la trabajabilidad del concreto incluyen:

- Relación agua-cemento: la cantidad de agua en comparación con la cantidad de cemento es crítica. Es esencial garantizar una relación adecuada para equilibrar la trabajabilidad con la fuerza y la durabilidad del concreto.

- Proporción de agregados. Los agregados, como la grava y la arena, son igualmente cruciales ya que la cantidad y el tamaño influyen en la trabajabilidad. Una mezcla uniforme de tamaños facilita las cohesiones y la gestión de concretos.
- Aditivo: como superplastificante o retardador, y adiciones como ceniza volante o sílice, puede cambiar las cualidades de concretos frescos a fin de optimizar sus trabajabilidades y características específicas.
- Temperaturas: La condición ambiental, especialmente las temperaturas, influyen en las velocidades de fraguados de concretos, impactando su trabajabilidad. Climas cálidos pueden acelerar el fraguado.
- Tiempo de mezclados y transportes: mucho periodo puede resultar en pérdida de propiedades deseadas.
- Consistencias: las consistencias de concretos frescos son dimensiones evidentes de sus trabajabilidades. Los concretos con mayor fluidez permite la colocación y la compactación más fáciles, lo que es un razonamiento esencial.

Por consiguiente, estos factores interdependientes tienen que tomarse en cuenta y ajustarse cuidadosamente cuando se lo está preparando para garantizar la trabajabilidad y, por lo tanto, la calidad general como un producto final en la construcción.

b) Segregación

La segregación en el concreto pertenece a la división de los componentes de una mezcla heterogénea y, en consecuencia, a la distribución desigual debido a la insuficiente cohesión. Es decir, la segregación puede ocurrir por varias razones internas del propio concreto. La principal de ellas es diferencias en el tamaño de las partículas y su distribución granulométrica, así como en la densidad de sus componentes y en cantidades relativas entre sí dentro de una mezcla. La variación en el tamaño de las partículas también puede ser la causa de la segregación, ya que las partículas más grandes son propensas a separarse de las más pequeñas durante la colocación y manipulación del concreto. La segunda posibilidad puede conducir al hecho de que los materiales se separan en

condiciones objeto de la regularidad. Para evitar la segregación, es crucial seguir métodos adecuados de trabajo y colocación del concreto para asegurarse de que los componentes se distribuyan correctamente y se conserve la coherencia suficiente que resultarán en el concreto fuerte y resistente. (Guillén & Llerena, 2020)

c) Exudación

El término exudación se refiere al ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Este fenómeno es visible poco tiempo después de que el concreto haya sido colocado en el encofrado. La exudación puede estar asociada a varios factores, entre los que destacan la mala dosificación, un exceso de agua en la misma, la utilización de aditivos y la temperatura del entorno. Las malas dosificaciones de los materiales o unos excesos de humedad facilitan la separación de los componentes, permitiendo que el agua ascienda hacia la superficie. La exudación también puede verse influenciada por la utilización de ciertos aditivos.

Por lo tanto, es esencial tener en cuenta la temperatura ambiental, ya que también tiene un efecto significativo en la velocidad de exudación. En general, como se indicó anteriormente, las temperaturas más altas están directamente relacionadas con una mayor velocidad de exudación. Sin embargo, este fenómeno en particular puede afectar la apariencia y la calidad superficial del concreto, así como su resistencia y durabilidad. Como tal, a fin de evitar o controlar la exudación, es imprescindible dosificar adecuadamente las mezclas de concretos, evitar excesos de humedades, ser consumidor de aditivos y considerar las condiciones y elementos del entorno para mejorar el concreto mediante la exudación y otras evitables deficiencias. Finalmente, adoptar prácticas constructivas precisas garantiza la producción de concreto con propiedades óptimas y una apariencia superficial adecuada. (Guillén & Llerena, 2020)

2.2.4.2 Concretos endurecidos

a) Resistencias a compresión

Estas propiedades de concretos es otra propiedad crucial que refleja cómo el material puede soportar cargas o fuerzas exteriores sin fallar o deformaciones excesivas. Como tal, se encuentra entre las propiedades más importantes al evaluar la seguridad y resistencia de las estructuras de concreto, ya que permite a los expertos garantizar la durabilidad de las construcciones. La resistencia del concreto se prueba principalmente por medio de pruebas de módulo de elasticidad; en este caso, los investigadores miden la facultad de concretos hacia el soporte de cargas de compresión. (Chalco, 2022)

Este aspecto consiste en cargar uniaxialmente las probetas de concreto hasta que estos alcancen la falla. Esta cantidad de carga máxima que puede soportar el concreto antes de fallar es una medida confiable de la resistencia estructural del material en cuestión. La información de la prueba citada anteriormente es vital para la fabricación problemática y el diseño estructural para asegurarse de que su seguridad y resistencia cumplan con los requisitos estándar. La resistencia del hormigón es crucial no solo para prevenir fallos estructurales, sino también para su vida útil. Un hormigón resistente y bien diseñado puede resistir mejor los elementos, prolongando la vida útil y la funcionalidad de las estructuras construidas con él. En general, la resistencia del hormigón son parámetros claves en las construcciones, puesto que garantiza la estabilidad y la seguridad a largo plazo. (Chalco, 2022)

Conforme a Guillén y Llerena (2020), existen factores determinantes para la resistencia del concreto, entre los que destaca las concentraciones de las pastas de cementos. Usualmente, se expresa en las relaciones humedad-cementos, en pesos. Sin embargo, hay varios aspectos y condiciones que inciden en las resistencias de concretos:

- Relación cemento-agua: La cantidad de agua en relación con la cantidad de cemento afecta directamente las resistencias de concretos. La proporción de los dos ingredientes juega un papel fundamental a la hora de garantizar secciones duraderas

y resistentes del material. Una mayor cantidad de agua haría que la mezcla de hormigón tenga menos posibilidades de soportar carga con el tiempo.

- Propiedades de las pastas: la formación y el desarrollo de las características resistentes de la pasta de cemento se ven afectados por la hidratación y la temperatura y el tiempo de curado, ambos factores que influyen en la fuerza final del concreto.
- Calidad de materiales agregados: el material fino y el material agregado grueso dan forma a la concreta para mejorar su durabilidad. La calidad, el tamaño y la distribución del material agregado grueso y fino directamente proporcional a la resistencia y la durabilidad del concreto.
- Curado de concretos: el curado de concreto es esencial, implica el mantenimiento del concreto húmedo después de establecerse, si no se lleva a cabo el proceso adecuadamente la hidratación paralela no completa completamente.

Dicho todo lo anterior, se puede resumir que la resistencia y durabilidad óptimas del concreto impreso dependen de una interacción equilibrada entre varios factores. No son solo las propiedades puramente mecánicas del material: estos directos e indirectos deben tenerse en cuenta y estar bajo control durante el diseño y la colocación del concreto. de lo contrario, la eficiencia no se puede lograr.

b) Resistencia a flexión

Estas propiedades son intrínsecas que se refiere a la capacidad del material de soportar esfuerzos direccionales que lo doblan o flexionan. Esta propiedad toma una importancia significativa en muchas aplicaciones estructurales en varios elementos, tales como vigas, losas y otros sujetos a cargas que generan momentos de flexión. Cuando una estructura, como una viga, se somete a una carga, los momentos de flexión aplicados inducen tensiones y compresiones en el material. El módulo de rotura de concretos es crucial para contrarrestar estas fuerzas para evitar la deformación o rotura de la estructura. (Durand, 2021)

Hay muchos factores que afectan la resistencia característica de concretos, y su evaluación es extremadamente importante para la seguridad y la conformidad con los estándares de comportamiento durante la construcción. Los factores clave que influyen en ella son:

- Relación a/c: Disminuir esta relación es un factor importante en la flexión de concretos, pues disminuye la porosidad y mejora la cohesión del material.
- Tipo de agregados: La calidad y graduación de los agregados como la grava y la arena, son factores clave asociados con la resistencia a la flexión. Agregados de alta calidad y bien graduados influyen a concretos más eficaces.
- Saturación adecuada: el adecuado curado, no solo después de la colocación, proporciona la cantidad de tiempo y entorno necesarios para desarrollar la resistencia adecuada.
- Aditivos y adiciones: algunos materiales adicionantes en las mezclas de concretos pueden optimizar las cualidades, con la formación de una mayor resistencia a la flexión; por lo tanto, mediante su uso, las reservas y las oportunidades de influir en las propiedades del material están disponibles.
- Diseño estructural. La estructura del concreto y las formas en que se diseñan y refuerzan las estructuras normales de concreto y la cantidad y disposición de las barras de refuerzo tienen una función influyente adicional en el módulo de rotura.

La evaluación de la resistencia a la flexión se logra por medio de pruebas en laboratorio que generalmente se enfocan en ensayos de flexión estática o dinámica. A través de estos métodos, se logran aplicar cargas controladas para determinar las capacidades de concretos a soportar la flexión sin desgastarse. La relevancia y aporte de este conocimiento en el campo ingenieril y la de construcciones radica en garantizar que las edificaciones y estructuras sean seguras y cumplan con los estándares necesarios.

2.2.5 *Diseño de mezcla*

La determinación de cantidades ideales en unas mezclas de concretos son procesos de orden esencial que debe someterse a la implementación de un diseño meticuloso con el fin de asegurar un material operativo y duradero. Como tal, el diseño debe reflejar un amplio rango de factores que incluyen comportamientos y cualidades de orden físico de materiales, a/c, espacios vacíos, y cantidades de aditivos y adición. (Novoa & García, 2021)

El Instituto Americano de Concreto, es parte de los pasos fundamentales, principalmente porque establece otro conjunto de pautas y pasos necesarios para obtener una mezcla especificada. Aunque cada uno de los pasos arriba discutidos tiene su propia lógica, el procedimiento redactado por el Instituto incluye no solo pruebas, sino también ajustes en caso de que los resultados no cumplan los requerimientos. En el caso de que no se logre la especificación, se pueden modificar algunos aspectos de diseño, respecto a los factores como costos y resistencia. En general, tener en cuenta cada uno de los elementos estructurales que influye en la mezcla es de suma importancia para obtener un concreto que coincida exactamente con el requerimiento estándar y las necesidades de la mezcla.

Los criterios impuestos por el método ACI son las clasificaciones basadas en el asentamiento influenciadas por la cristalinidad y la trabajabilidad. Por ejemplo, las relaciones aguas-cementos a/c mostró que más alto a-c disminuyó las resistencias a las compresiones de concretos. Es interesante notar que, si bien una relación más alta parece influir en el criterio de trabajabilidad, también conducen a unas disminuciones de las resistencias. La cantidad de aire en la mezcla también muestra una relación, a saber, que la mezcla sin aire suele ser más resistente que la mezcla con aire. El método proporciona los parámetros según los cuales la cantidad de agua debe agregarse en función del asentamiento y la cantidad de aire. Todos estos factores, además del agua de mezclado, deben utilizar los cálculos según los factores para las mezclas de prueba de estos materiales. También incluye tablas con las recomendaciones para las dimensiones de las

partículas para la trituración gruesa y fina. Las dimensiones se proporcionan en términos de porcentajes que pasan a través del tamiz. (Amaya & Ramírez, 2019)

2.3 Marco conceptual

- a. **Agregados:** Las calidades y la gradación de materiales son factores críticos que influyen en las cualidades de concretos finales. Una proporción adecuada de agregados presenta la resistencia, durabilidad, trabajabilidad, estabilidad dimensional de la mezcla de concreto y mantiene una adherencia fuerte en amplias variedades de aplicación de caracteres estructurales y de construcción.
- b. **Concreto:** La calidad del concreto se basa en estas proporciones exactas de los ingredientes y en factores adicionales como la calidad de los materiales, el proceso de mezcla, el tipo de curado y las prácticas de colocación de concreto, pero debido a la resistencia estructural y durabilidad ofrece, es el material más empleado en variedades de aplicación de construcción, partiendo de cimientos a composiciones complejas.
- c. **Cuarcita:** Roca metamórfica compuestos básicamente de cuarzos. Creándose cuando la arenisca se somete a temperatura y presión. Debido a su resistencia y durabilidad, la cuarcita es popular para la construcción y la decoración, donde es apreciada por su apariencia atractiva, así como por sus resistencias a la abrasión.
- d. **Resistencias a compresión:** este factor está determinada por factores diversos, como las calidades del material ingresado, la combinación apropiada, proceso de curando en otras muchas áreas de fabricación Ibraham. La resistencia a compresión es crítica para la sección una vez que se garantiza la estabilidad y la defensa en cualquier contexto de funcionalidad.
- e. **Resistencia a flexión:** es un factor crítico al diseñar estructuras sujeto a solicitudes que generan momentos de flexión, como vigas y losas. En estas aplicaciones, el módulo de rotura es necesaria para evitar deformaciones plásticas y mantener las integridades estructurales.



- f. **Sillar:** Son piedras labradas por una o muchas de lados, igualmente, es cuando esta da forma a los muros de sillería, que consisten en construir muros de piezas de pared, en lenguaje común es directamente la piedra con la cual se realizan las paredes y construcción.
- g. **Trabajabilidad:** Este aspecto se entiende como la facilidad de manejar los concretos frescos, se pueden mezclarse, transportarse, colocarse, compactar y terminar sin segregación ni pérdida de homogeneidad en toda la masa de concreto fresco.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Este apartado es un paso crucial hacia la comprensión de los desafíos sociales a través de la luz del método científico. Este trabajo incluye una variedad de temas para que el lector pueda comprender mejor el campo de estudio y adquirir conocimiento para cuestionar críticamente los problemas expuestos Mar et al. (2020). Entender los procedimientos de la creación del informe, el informe de la investigación, o la tesis mientras permiten al ahorrarse el tiempo apoyar la planeación eficaz. La ejecución clara de los experimentos, la selección de la fuente, y la redacción del texto final hacen el encontrar más manejable y garantizan los resultados más eficaces. En consecuencia, estos aspectos en la investigación ayudan a actuar como los aliados haciendo el trabajo hecho eficientemente y de alta calidad. (Rodriguez, 2020)

3.1 Enfoque de la investigación

El estudio se basa en la recopilación y el análisis de datos cuantitativos para identificar patrones en los ensayos realizados.

Las investigaciones cuantitativas se centran en las recopilaciones y el análisis de datos cuantitativos. Este método permite identificar patrones, medir variables y establecer relaciones entre ellas. Esto permite a los científicos estadísticos y experimentales obtener

resultados de verificación objetivos, realizar predicciones y generalizaciones a partir de muestras. En el sector de la tecnología y la ciencia, un enfoque cualitativo busca obtener resultados precisos y reproducibles que puedan compararse con otros y objetivarse para su análisis, confirmando o refutando una hipótesis. (Villanueva, 2022)

3.2 Tipo de investigación

Es aplicada, estos tipos se llevan a cabo al probar soluciones para abordar el problema detrás de losas de concreto y, nuevamente, a través de la utilización de cuarcita y sillar reciclado como reemplazo del agregado grueso.

Las investigaciones aplicadas se centran en el abordaje de problemáticas prácticas, con la meta de producir conocimiento útil y directamente aplicable. La característica principal es la integración de la información para abordar desafíos particulares, la utilidad práctica es prioritaria a la mera adquisición de conocimiento. A. beneficios del enfoque son la utilización de la información para derivar resoluciones a problemas y ayuda en el deseo de innovación de tecnología. Por otro lado, se utilizan partes particulares de teorías, conocimiento, métodos y técnicas; la relevancia reside en las utilidades prácticas de lo alcanzado. (Rodríguez, 2020)

3.3 Nivel de la investigación

En el presente trabajo, se adopta el nivel explicativo al realizarse la examinación de las consecuencias de incorporar cuarcita y sillar en suplencia de los agregados gruesos que componen los concretos.

La investigación explicativa está destinada a descubrir la verdadera causa y los factores que rodean un fenómeno. Se enfoca en la justificación del por qué ocurrieron estos eventos e implica condiciones de arqueo y variables intermedias. Esta investigación involucra rigurosos métodos que brindan información profunda y comprehensiva de los eventos, incluida la descripción minuciosa del fenómeno y la detección de la correlación

entre varios factores. Del mismo modo, esta forma de investigación es importante en la concepción y justificación de la causa profunda de la aparición del fenómeno. (Villanueva, 2022)

3.4 Diseño de la investigación

El trabajo comprende un experimento en el que ensayo se realizaron para el establecimiento de causas y efectos con los reemplazos de la base para el agregado grueso usando cuarcita y sillar reciclado.

Dentro de lo que es un marco de investigación, la experimental busca examinar las relaciones de causa y efecto dentro de un fenómeno específico, siendo este uno de los propósitos o elementos esenciales en común con otras formas de investigación. Entre sus objetivos está la comprobación de la hipótesis, la ley o el modelo, al igual que la predicción y control de eventos. La selección de personas en los experimentos se elige mediante un sorteo para que sea justa. (Villanueva, 2022)

3.5 Métodos de la investigación

En este trabajo, se basó en métodos científicos para la adopción de una comprensión imparcial de los datos numéricos concernientes a la incidencia de la utilización de cuarcita y sillar atractivo en la sustitución del grueso de los áridos.

El método científico es un proceso aplicado al estudio que se basa en procesos sistemáticos y estructurados, empleado para investigar fenómenos, formulación de hipótesis, ejecutar experimentaciones y obtener las consecuencias. El método científico es una forma que descansa sobre cimientos lógicos y valiosos y a la que se recurre para obtener nuevas explicaciones de lo que nos rodea. Se basa en la observación, seguir preguntando, proponer una hipótesis, experimentar y analizar los resultados. El propósito final es llegar a una explicación objetiva y comprobable de los fenómenos estudiados. Para

ello, el método científico sigue que hay pasos lógicos y organizados que aseguran las valideces y reproductibilidad de lo alcanzado. (Villanueva, 2022)

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

Este aspecto es un término que denomina al total de todos los elementos o individuos que comparten las características específicas que se van a estudiar. El objetivo buscado es, por ende, determinar una porción de representación de las poblaciones del que se tomarán los datos a analizar y de ellos se extraerán conclusiones. Resulta vital que el investigador defina y delimite claramente cuál es la población en objeto de estudio. Esto se debe a que cualquier error o ambigüedad al respecto inmediatamente invalida cualquier estudio posterior, ya que no es extrapolable al ámbito total de la población estudiada. Es, por eso, fundamental precisión en la identificación de la población para que la investigación sea válida y de interés. (Iglesias, 2021)

En el trabajo actual, la población se conformó por concretos de orden convencional elaborados en el distrito de Santa Lucia, y los concretos modificados con aplicación de sillar y cuarcita.

3.6.2 Muestra

La muestra en un estudio son los subconjuntos representativos de las poblaciones de investigación elegida hacia su participación en los trabajos. La muestra, en vez de la población total, se elige, y se recopila y analiza información para poder hacer inferencias sobre toda la toma. La elaboración de la muestra es crucial, ya que permite a los investigadores evaluar las valideces y la generalización de las consecuencias obtenidas en los estudios a la población total. Dados que los ensayos son un conjunto planeado específicamente, permite a los investigadores recopilar datos y realizar análisis de manera menos costosa y que tome mucho menos tiempo. Dada la oportunidad, todas las

poblaciones entrevistadas tienen la oportunidad de sacar conclusiones e inferencias sobre toda la población. (Iglesias, 2021)

Las muestras utilizadas en este proyecto serán muestras con cuarcita y de ladrillo reciclado como sustituyentes del agregado grueso.

Tabla 2*Número de especímenes frescos para medición de asentamientos*

Asentamiento	
Descripción	Cantidad
MP	3
+7% C	3
+15% C	3
+20% C	3
+7% SR	3
+15% SR	3
+20% SR	3
TOTAL	21

Tabla 3*Número de especímenes frescos para medición de módulos mecánicos*

Muestras	Resistencia a compresión			Resistencia as flexión			Cantidad
	7	14	28	7	14	28	
MP	5	5	5	5	5	5	30
+7% C	5	5	5	5	5	5	30
+15% C	5	5	5	5	5	5	30
+20% C	5	5	5	5	5	5	30
+7% SR	5	5	5	5	5	5	30
+15% SR	5	5	5	5	5	5	30
+20% SR	5	5	5	5	5	5	30
Total	35	35	35	35	35	35	210

Donde:

MP = Muestra patrón

C = Cuarcita

SR = Sillar reciclado

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Investigación de técnicas, como el nombre lo indica, son el grupo de un método y procedimiento utilizado hacia la unión de informaciones, procesar información y extraer consecuencias en el movimiento educativo o académico. Estos enfoques son cruciales ya que permiten a quienes participan recopilar datos en un enfoque equilibrado y sistemático, el cual facilita a los académicos lograr frutos visiblemente viables y valiosos. Hay una variedad de formas, como las observaciones, la investigación, encuestas, el documento excesivo, la consulta y el e-book, entre otros.

- Observaciones
- Experimentaciones en laboratorios
- Estudios analíticos de informaciones

3.7.2 Instrumentos

Estos aspectos se entienden hacia herramientas específicas, tales como utensilios, aparatos o caminos empleados hacia la recopilación de información y datos durante una investigación. Dichos instrumentos son seleccionados y a menudo diseñados para satisfacer específicos del estudio a obtener, así como la esencia del estudio en cuestión. Los investigadores tienen la libertad de seleccionar todos estos instrumentos para facilitar la recopilación organizada y objetiva de datos. (Hadi et al., 2023)

- Pruebas realizadas con alta confiabilidad.
- Equipamiento y utensilios de laboratorios.
- Certificados de laboratorios.

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación de los instrumentos

La validación de instrumentos es un trabajo cuidadoso s que se lleva a cabo para evaluar la capacidad del instrumento de medir con precisión la variable que se pretende medir. Es decir, el propósito principal de las validaciones es establecer la validez del instrumento y confirmar si mide la característica o las características que uno pretendía hacer mediciones. Estos procesos implican reunir evidencias empíricas que justifique las interpretaciones de carácter preciso del producto. La validación se puede hacer utilizando varias estrategias, incluidas las valideces contenidas, de criterios y las valideces de construcción.

3.8.2 Confiabilidad de instrumentos

En consecuencia, las confiabilidades de instrumentos, están referidos al nivel en que “una medida reproduce los mismos resultados en diferentes momentos, bajo diversas circunstancias o con diferentes miembros...es decir, la consistencia y fiabilidad de un instrumento”. En realidad, la confiabilidad se asocia con la precisión, generalización y replicación del instrumento de medición. La confiabilidad puede evaluarse mediante el test-retest, que incorpora repetir la medición en diferentes etapas. Además, la consistencia interna puede definirse como la característica constructiva íntima de un instrumento. Esa consistencia mide la coherencia entre elementos. Otro método utilizado para evaluar la confiabilidad es la interevaluadores. Este último establece la consistencia entre varios evaluadores que realizan mediciones con el instrumento.

3.9 Procedimiento de recolección de datos

Este apartado esta entendido como las fases y etapas que conllevan el apunte de informaciones relevantes para la continuación de procesos de análisis específica y relevante, con el objetivo de obtener datos que sustenten la investigación o análisis en cuestión.

3.9.1 Procedimiento de recolección de material

3.9.1.1. Cuarcita

El material utilizado en esta investigación fue adquirido por Cabanillas a través de una empresa minera local. Algunos de los fragmentos de cuarcita eran de gran tamaño, por lo que se realizó una trituración ligera para reducir su tamaño. Posteriormente, se procedió con un tamizado en el que se seleccionaron los agregados gruesos que pasaron por los tamices anteriores al tamiz N° 4. Los materiales finos, es decir, los que pasaron por el tamiz N° 4, fueron desechados, ya que no eran aptos para el estudio. La cantidad aproximada de material necesario para esta investigación fue de 39 kilogramos, que se utilizó para realizar los ensayos correspondientes.

Figura 2

Cuarcita



Tabla 4

Propiedades de la cuarcita

Característica	Descripción del Agregado
Composición	Exclusivos cuarzós/sílices: 98.5%, Feldespato <1%
Densidad	Aprox. 2.3 - 2.4 gr/cm ³
Dureza	7 (escala de Mohs)
Fractura	Concoides
Porosidad	Bajas o muy bajas

Crucero	Imperfectos
Raya	Incoloro
Absorción	5% posterior a saturación en agua
Tenacidad	Frágiles
Color	Claros, grises, amarillos, blancos y rojos
Propiedades	Durabilidad y de noble aspecto, escasa absorción de agua, puede ser exfoliada y tiene más grosor que el silex.

Nota. Tomada de (Ávila Vera, 2020)

3.9.1.2. Sillar

El sillar utilizado en este proyecto fue extraído directamente de la cantera Añashuayco durante una de las visitas al sitio. En esta cantera, después de realizar los tallados, se generan desperdicios de sillar, los cuales fueron reciclados para este estudio. El material reciclado fue transportado en sacos y, posteriormente, se realizó una ligera trituración debido a que algunos fragmentos eran demasiado grandes. Luego, se procedió al tamizado del material triturado, donde se utilizó todo el material que pasó por los tamices anteriores al tamiz N° 4. Los materiales fueron desechados. La cantidad aproximada de sillar reciclado requerida para esta investigación fue de 39 kilogramos.

Figura 3

Sillar reciclado



Tabla 5

Composición del sillar reciclado

Mineral	Fórmula Química
Plagioclasas	NaSiO_3
Biotita	$\text{SiO}_3(\text{OH})\text{Fe}$
Vidrio volcánico	SiO_2
Material desvitrificado	SiO_2
Trozos líticos	NaSiO_3

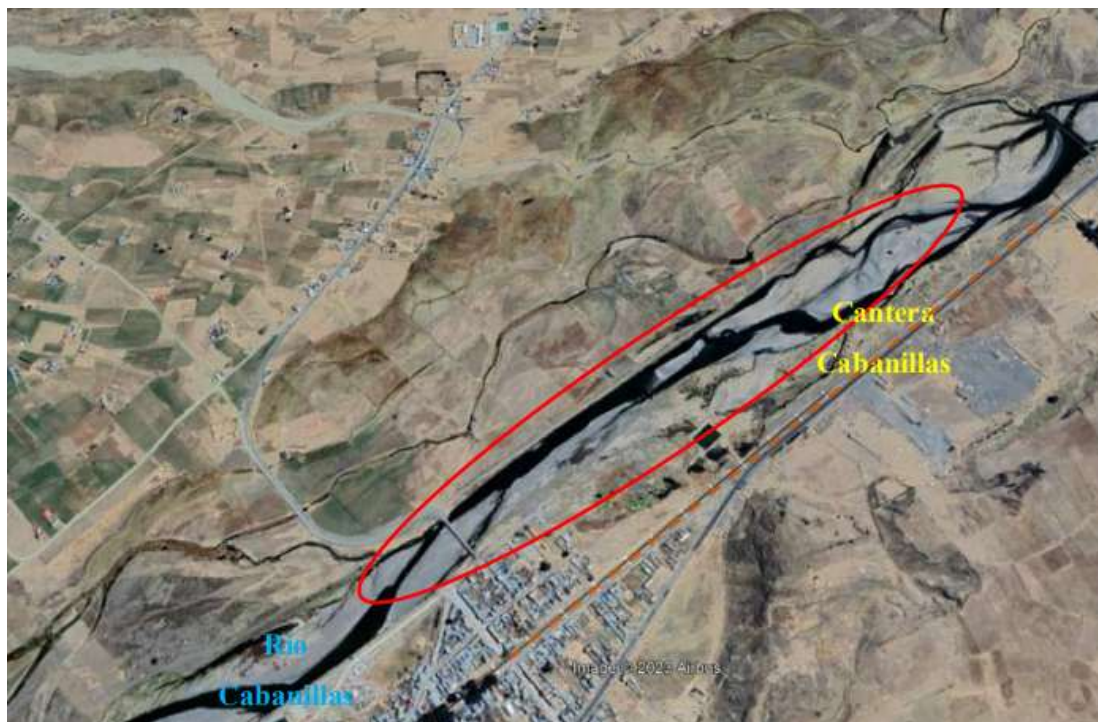
Nota. Tomada de (Alave & Mendoza, 2019).

3.9.1.3. Agregados

Los materiales aplicados en esta tesis se extrajeron de canteras como Cabanillas, ubicada en el kilómetro 55+200 al lado derecho de la vía Juliaca - Cabanillas.

Figura 4

Cantera Cabanillas



Nota. Toando de Google Maps

3.9.2 Ensayos en laboratorio

Tabla 6

Normativas de los ensayos empleados

Ensayo	Norma
Granulometría	NTP: 400.012 ASTM C – 136
Contenido de humedad	NTP: 339.185 ASTM C - 566
Peso específico del agregado fino	NTP: 400.022 ASTM C – 128
Porcentaje de absorción del agregado fino	NTP: 400.022 ASTM C – 128
Peso específico del agregado grueso	NTP: 400.022 ASTM C – 128
Porcentaje de absorción del agregado grueso	NTP: 400.022 ASTM C – 128
Pesos unitarios sueltos	NTP: 400.017 ASTM C – 29
Asentamiento	NTP 339.035
Resistencias a compresión	NTP 339.034
Resistencias a flexión	NTP 339.079

3.10 Procesamiento y análisis de datos

En esta etapa, se realizan la unificación de los valores más relevantes alcanzados en los procesos de experimentación y el análisis de los mismos, delimitados bajo las propiedades que se trazaron al estudio, y asimismo las variaciones en cuanto a la composición de del material o compuesto final estudiado, mismos que se trabajaron en programas especializados de análisis de informaciones complejas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

Seguidamente, los hallazgos de los experimentos realizados para esta tesis se presentarán de forma exhaustiva. Los experimentos se realizaron en el laboratorio y los resultados se han resumido en tablas y gráficos para mayor claridad. Este estudio incorporará los datos experimentales, ofreciendo una visión general completa de los logros.

Tabla 7

Cantidades resultantes de elementos para concretos

Agregado	Dosif.		Proporc.
	P. Húm.		Vol.
	(Kg/m ³)		PESO HÚMEDO
Cemento	366		1.00
Agua	206		0.56
Gravas	1097		3.00
Arenas	793		2.17
Aire	2.0	%	

Tabla 8*Dosificaciones con la incorporación de la cuarcita*

Componentes	MP	7%C	15%C	20%C
	Proporciones húmedas kg/m3			
Cementos	366	366	366	366
Aguas	206	206	206	206
Gravas	1097	1020.21	855.66	636.26
Arenas	793	906	906	906
Cuarcita	-	76.79	164.55	219.4

Se muestra las dosificaciones tanto de las muestras patrón y los grupos que remplazaron el agregado grueso por cuarcita.

Tabla 9*Dosificación con la incorporación del sillar reciclado*

Componentes	MP	7%SR	15%SR	20%SR
	Proporciones húmedas kg/m3			
Cementos	366	366	366	366
Aguas	206	206	206	206
Grava	1097	1020.21	855.66	636.26
Arena	793	906	906	906
Sillar reciclado	-	76.79	164.55	219.4

Se muestra las dosificaciones tanto de las muestras patrón y los grupos que remplazaron el agregado grueso por sillar reciclado.

4.1.1 Efecto de la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en el asentamiento

En seguida, se aprecian las trabajabilidades alcanzadas de concretos frescos, destacando cómo influye los reemplazos de agregados gruesos por cuarcita y sillar reciclado.

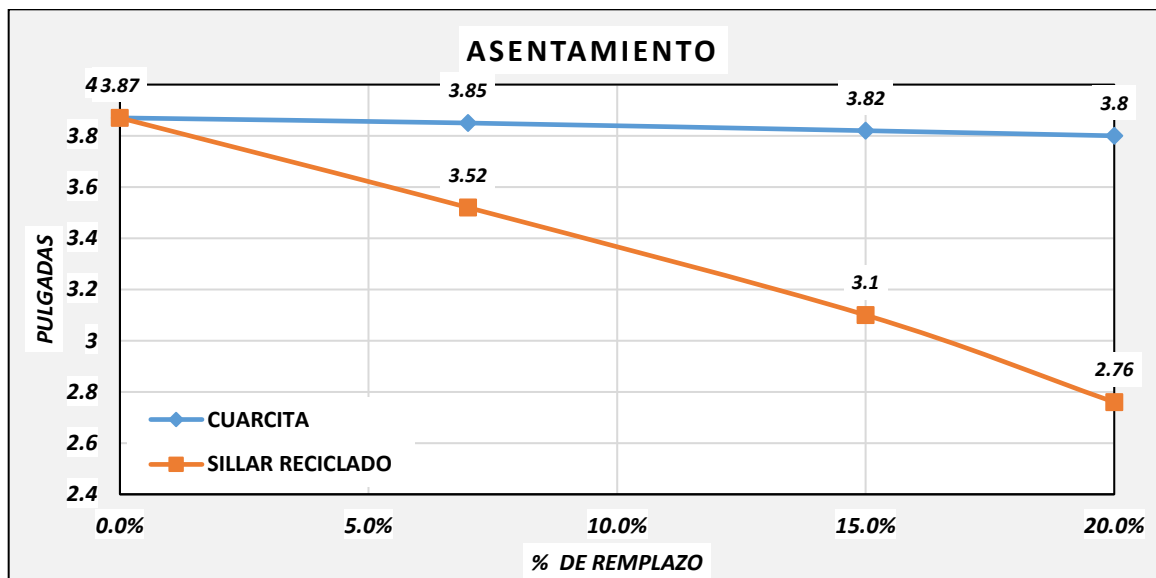
Tabla 10

Asentamiento de las muestras

Descripción	Slump	Promedio	Unidad de medición
MP	3.86	3.87	pulg
	3.85		
	3.90		
+7% C	3.84	3.85	
	3.85		
	3.87		
+15% C	3.80	3.82	
	3.81		
	3.83		
+20% C	3.79	3.80	
	3.81		
	3.80		
+7% SR	3.54	3.52	
	3.56		
	3.46		
+15% SR	3.04	3.10	
	3.10		
	3.15		
+20% SR	2.74	2.76	
	2.80		
	2.75		

Figura 5

Asentamiento



Se evidencia el asentamiento de las muestras, donde se destaca que, con el reemplazo del sillar reciclado, se observa una notable disminución en el asentamiento en comparación con el reemplazo de la cuarcita, que se mantuvo casi dentro de los estándares.

4.1.2 Efecto de la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en el módulo de elasticidad

a) Módulos elásticos - 1ra etapa

Tabla 11

Módulos elásticos de la serie de verificación

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	7	28130	158.97
	Briqueta experimental -2		28321	160.69
	Briqueta experimental -3		28297	159.92
	Briqueta experimental -4		28351	160.86
	Briqueta experimental -5		28326	160.08
PROMEDIO (kg/cm2)				160.10

En concordancia con la información alcanzada a la primera etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie de verificación, lográndose un módulo elástico medio de 160.10 kg/cm².

Tabla 12

Módulos elásticos de la serie experimental con 7% cuarcita

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	7	28872	163.16
	Briqueta experimental -2		28988	163.82
	Briqueta experimental -3		28674	162.70
	Briqueta experimental -4		28717	162.94
	Briqueta experimental -5		28652	161.92
PROMEDIO (kg/cm2)				162.91

En concordancia con la información obtenida a la primera etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 7% cuarcita, lográndose un módulo elástico medio de 162.91 kg/cm².

Tabla 13

Módulos elásticos de la serie experimental con 15% cuarcita

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	7	30194	170.64
	Briqueta experimental -2		30353	171.53
	Briqueta experimental -3		30386	172.41
	Briqueta experimental -4		29905	169.68
	Briqueta experimental -5		30154	170.41
PROMEDIO (kg/cm2)				170.93

En concordancia con la información obtenida a la primera etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 15% cuarcita, lográndose un módulo elástico medio de 170.93 kg/cm².

Tabla 14

Módulos elásticos de la serie experimental con 20% cuarcita

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	7	29391	166.10
	Briqueta experimental -2		29392	166.10
	Briqueta experimental -3		29394	166.78
	Briqueta experimental -4		29596	167.93
	Briqueta experimental -5		29497	166.70
PROMEDIO (kg/cm2)				166.72

En concordancia con la información obtenida a la primera etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 20% cuarcita, lográndose un módulo elástico medio de 166.72 kg/cm².

Tabla 15

Módulos elásticos de la serie experimental con 7% sillar

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	7	28541	161.29
	Briqueta experimental -2		28647	161.89
	Briqueta experimental -3		28757	162.51
	Briqueta experimental -4		28665	161.99
	Briqueta experimental -5		28467	160.88
PROMEDIO (kg/cm2)				161.71

En concordancia con la información obtenida a la primera etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 7% sillar reciclado, lográndose un módulo elástico medio de 161.71 kg/cm².

Tabla 16

Módulos elásticos de la serie experimental con 15% sillar

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	7	27649	156.25
	Briqueta experimental -2		27496	155.39
	Briqueta experimental -3		27635	156.17
	Briqueta experimental -4		27796	157.08
	Briqueta experimental -5		27599	155.97
PROMEDIO (kg/cm2)				156.17

En concordancia con la información obtenida a la primera etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 15% sillar reciclado, lográndose un módulo elástico medio de 156.17 kg/cm².

Tabla 17

Módulos elásticos de la serie experimental con 20% sillar

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	7	26259	148.40
	Briqueta experimental -2		26094	147.47
	Briqueta experimental -3		26235	148.26
	Briqueta experimental -4		26386	149.12
	Briqueta experimental -5		26198	148.05
PROMEDIO (kg/cm2)				148.26

En concordancia con la información obtenida a la primera etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 20% sillar reciclado, lográndose un módulo elástico medio de 148.26 kg/cm².

ANÁLISIS COMPARATIVO:

Tabla 18

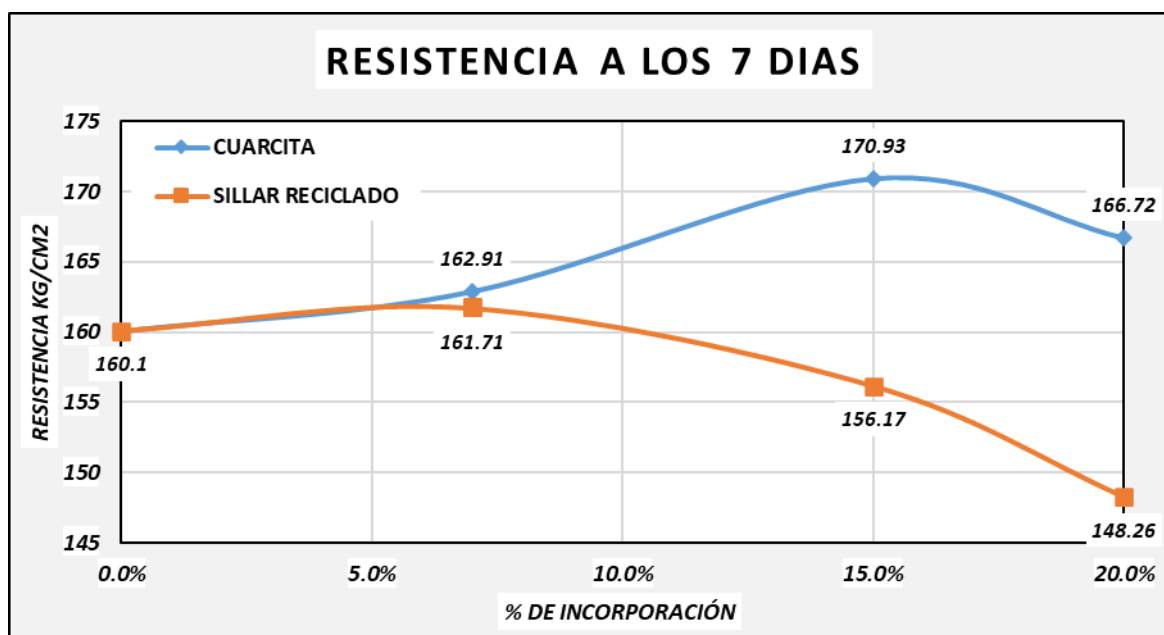
Comparación de resistencia a compresión a la primera etapa de curado

Serie experimental	1ra etapa (kg/cm ²)
MP	160.10
+7% C	162.91
+15% C	170.93
+20% C	166.72
+7% SR	161.71
+15% SR	156.17
+20% SR	148.26

Se presenta los datos comparativos de los módulos elásticos a la primera etapa de inmersión para concretos con diferentes cantidades de cuarcita (C) y sillar reciclado (SR) como sustitutos de agregados gruesos. Se observa que concretos con +7% SR alcanzó un módulo de elasticidad 161.71 kg/cm², mientras que concretos con +20% SR tuvo el menor módulo con 148.28 kg/cm². En comparación, la serie experimental logró 160.10 kg/cm².

Figura 6

Relación de módulos elásticos a la primera etapa de curado



De acuerdo a los productos conseguidos a la primera etapa de curado, se verifica las relaciones entre las cantidades de reemplazo de materiales naturales, evidenciando que la sustitución con cuarcita favorece al incremento de los módulos elásticos de concretos, sin embargo, al reemplazar con sillar reciclado, se presentan reducciones progresivas.

b) Módulos elásticos – 2da etapa

Tabla 19

Módulos elásticos de la serie de verificación

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	14	32412	183.66
	Briqueta experimental -2		32595	184.45
	Briqueta experimental -3		32873	186.27
	Briqueta experimental -4		32607	185.01
	Briqueta experimental -5		32742	185.28
PROMEDIO (kg/cm2)			184.93	

En concordancia con la información alcanzada a la segunda etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie de verificación, lográndose un módulo elástico medio de 184.93 kg/cm².

Tabla 20

Módulos elásticos de la serie experimental con 7% cuarcita

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	14	33191	187.57
	Briqueta experimental -2		33065	186.86
	Briqueta experimental -3		33174	187.48
	Briqueta experimental -4		33368	188.57
	Briqueta experimental -5		33273	188.04
PROMEDIO (kg/cm2)				187.70

En concordancia con la información obtenida a la segunda etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 7% cuarcita, lográndose un módulo elástico medio de 187.70 kg/cm².

Tabla 21

Módulos elásticos de la serie experimental con 15% cuarcita

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	14	34332	194.02
	Briqueta experimental -2		34248	193.55
	Briqueta experimental -3		34076	192.57
	Briqueta experimental -4		34396	194.38
	Briqueta experimental -5		34287	193.77
PROMEDIO (kg/cm2)				193.66

En concordancia con la información obtenida a la segunda etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 15% cuarcita, lográndose un módulo elástico medio de 193.66 kg/cm².

Tabla 22

Módulos elásticos de la serie experimental con 20% cuarcita

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	14	33443	189.00
	Briqueta experimental -2		33661	190.23
	Briqueta experimental -3		33753	190.75
	Briqueta experimental -4		33865	191.38
	Briqueta experimental -5		34073	192.56
PROMEDIO (kg/cm2)				190.78

En concordancia con la información obtenida a la segunda etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 20% cuarcita, lográndose un módulo elástico medio de 190.78 kg/cm².

Tabla 23

Módulos elásticos de la serie experimental con 7% sillar

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	14	33073	186.91
	Briqueta experimental -2		32864	185.72
	Briqueta experimental -3		33169	187.45
	Briqueta experimental -4		32867	186.49
	Briqueta experimental -5		32845	185.62
PROMEDIO (kg/cm2)				186.44

En concordancia con la información obtenida a la segunda etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 7% sillar reciclado, lográndose un módulo elástico medio de 186.44 kg/cm².

Tabla 24

Módulos elásticos de la serie experimental con 15% sillar

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	14	31511	178.79
	Briqueta experimental -2		31993	180.80
	Briqueta experimental -3		31791	180.38
	Briqueta experimental -4		31703	179.88
	Briqueta experimental -5		31655	179.61
PROMEDIO (kg/cm2)				179.89

En concordancia con la información obtenida a la segunda etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 15% sillar reciclado, lográndose un módulo elástico medio de 179.89 kg/cm².

Tabla 25

Módulos elásticos de la serie experimental con 20% sillar

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	14	30106	170.82
	Briqueta experimental -2		29859	168.74
	Briqueta experimental -3		30066	170.59
	Briqueta experimental -4		29974	170.07
	Briqueta experimental -5		29939	169.87
PROMEDIO (kg/cm2)				170.02

En concordancia con la información obtenida a la segunda etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 20% sillar reciclado, lográndose un módulo elástico medio de 170.02 kg/cm².

ANÁLISIS COMPARATIVO:

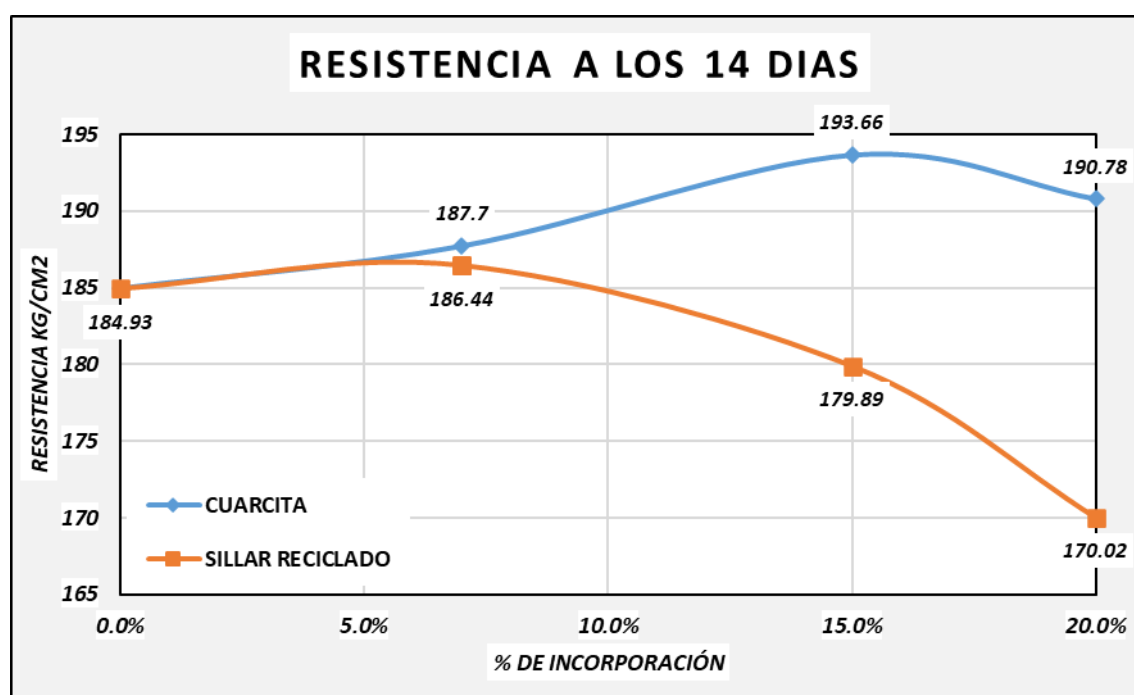
Tabla 26

Comparación de resistencia a compresión a la segunda etapa de curado

Serie experimental	2da etapa (kg/cm ²)
MP	184.93
+7% C	187.70
+15% C	193.66
+20% C	190.78
+7% SR	186.44
+15% SR	179.89
+20% SR	170.02

Figura 7

Relación de módulos elásticos a la segunda etapa de curado



De acuerdo a los productos conseguidos a la segunda etapa de curado, se verifica las relaciones entre las cantidades de reemplazo de materiales naturales, evidenciando que la sustitución con cuarcita favorece al incremento de los módulos elásticos de concretos, sin embargo, al reemplazar con sillar reciclado, se presentan reducciones progresivas.

c) Módulos elásticos – 4ta etapa

Tabla 27

Módulos elásticos de la serie de verificación

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	28	37878	214.06
	Briqueta experimental -2		38176	215.74
	Briqueta experimental -3		37867	214.00
	Briqueta experimental -4		37563	213.13
	Briqueta experimental -5		37903	215.06
PROMEDIO (kg/cm2)				214.40

En concordancia con la información alcanzada a la cuarta etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie de verificación, lográndose un módulo elástico medio de 214.40 kg/cm².

Tabla 28

Módulos elásticos de la serie experimental con 7% cuarcita

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	28	38530	217.74
	Briqueta experimental -2		38497	218.43
	Briqueta experimental -3		38487	217.50
	Briqueta experimental -4		38427	217.16
	Briqueta experimental -5		38318	216.55
PROMEDIO (kg/cm2)				217.48

En concordancia con la información obtenida a la cuarta etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 7% cuarcita, lográndose un módulo elástico medio de 217.48 kg/cm².

Tabla 29

Módulos elásticos de la serie experimental con 15% cuarcita

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	28	40068	226.44
	Briqueta experimental -2		39996	226.94
	Briqueta experimental -3		39813	225.00
	Briqueta experimental -4		39867	225.30
	Briqueta experimental -5		39971	225.89
PROMEDIO (kg/cm2)				224.78

En concordancia con la información obtenida a la cuarta etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 15% cuarcita, lográndose un módulo elástico medio de 224.78 kg/cm².

Tabla 30

Módulos elásticos de la serie experimental con 20% cuarcita

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	28	38893	219.80
	Briqueta experimental -2		38927	220.87
	Briqueta experimental -3		38868	219.66
	Briqueta experimental -4		38737	218.91
	Briqueta experimental -5		39169	221.36
PROMEDIO (kg/cm2)				220.12

En concordancia con la información obtenida a la cuarta etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 20% cuarcita, lográndose un módulo elástico medio de 220.12 kg/cm².

Tabla 31

Módulos elásticos de la serie experimental con 7% sillar

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	28	38284	216.35
	Briqueta experimental -2		38167	215.69
	Briqueta experimental -3		38012	214.82
	Briqueta experimental -4		38064	215.97
	Briqueta experimental -5		38397	216.99
PROMEDIO (kg/cm2)				215.97

En concordancia con la información obtenida a la cuarta etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 7% sillar reciclado, lográndose un módulo elástico medio de 215.97 kg/cm².

Tabla 32

Módulos elásticos de la serie experimental con 15% sillar

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	28	37171	210.06
	Briqueta experimental -2		36966	208.91
	Briqueta experimental -3		37044	209.35
	Briqueta experimental -4		37133	210.69
	Briqueta experimental -5		37147	209.93
PROMEDIO (kg/cm2)				209.79

En concordancia con la información obtenida a la cuarta etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 15% sillar reciclado, lográndose un módulo elástico medio de 209.79 kg/cm².

Tabla 33

Módulos elásticos de la serie experimental con 20% sillar

Plan	Modelos	Periodo	Cargas (kg)	M. elásticos Kg/cm2
210 kg/cm2	Briqueta experimental -1	28	35737	201.96
	Briqueta experimental -2		36014	203.53
	Briqueta experimental -3		35894	202.85
	Briqueta experimental -4		35769	202.95
	Briqueta experimental -5		35973	203.29
PROMEDIO (kg/cm2)				202.92

En concordancia con la información obtenida a la cuarta etapa de inmersión en agua, se puede examinar mediante los especímenes sometidos a aplicación de cargas axiales de la serie experimental con 20% sillar reciclado, lográndose un módulo elástico medio de 202.92 kg/cm².

ANÁLISIS COMPARATIVO:

Tabla 34

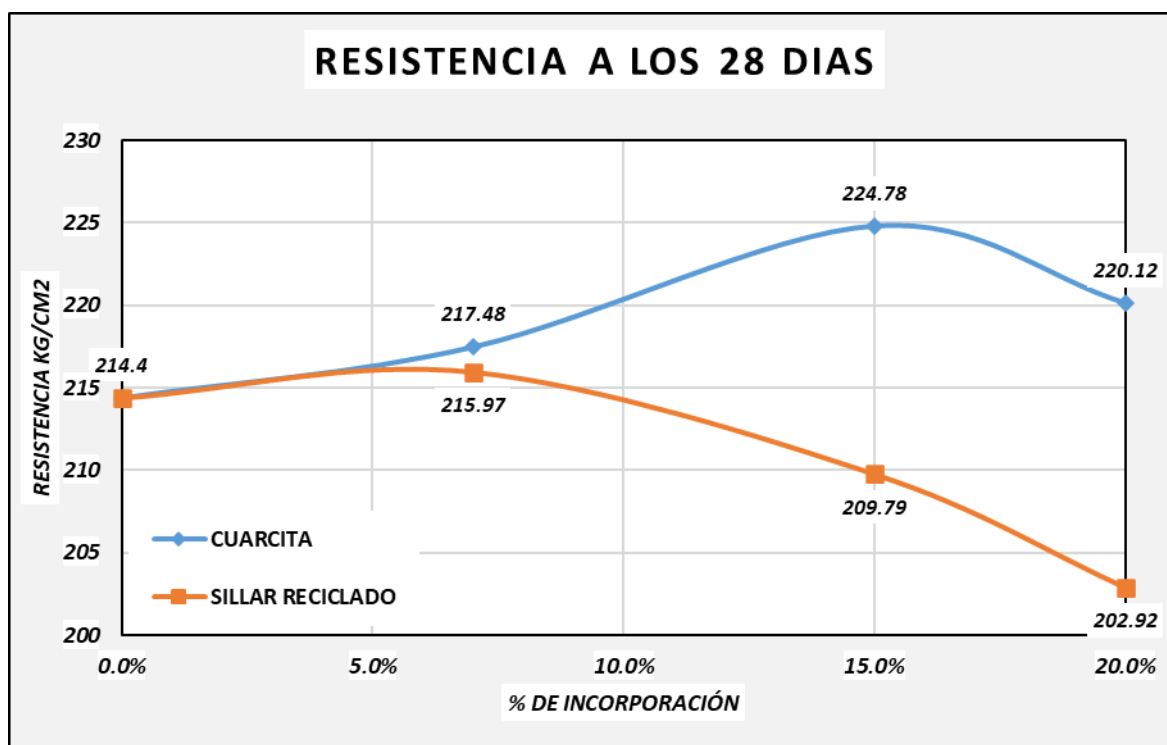
Comparación de resistencia a compresión a la cuarta etapa de curado

Serie experimental	4ta etapa (kg/cm ²)
MP	214.40
+7% C	217.48
+15% C	224.78
+20% C	220.12
+7% SR	215.97
+15% SR	209.79
+20% SR	202.92

Se presenta los datos comparativos de los módulos elásticos a la cuarta etapa de inmersión para concretos con diferentes cantidades de cuarcita (C) y sillar reciclado (SR) como sustitutos de agregados gruesos. Se observa que concretos con +15% C alcanzó un módulo de elasticidad 224.78 kg/cm², mientras que concretos con +20% SR tuvo el menor módulo con 202.92 kg/cm². En comparación, la serie experimental logró 214.40 kg/cm².

Figura 8

Relación de módulos elásticos a la cuarta etapa de curado



De acuerdo a los productos conseguidos a la cuarta etapa de curado, se verifica las relaciones entre las cantidades de reemplazo de materiales naturales, evidenciando que la sustitución con cuarcita favorece al incremento de los módulos elásticos de concretos, sin embargo, al reemplazar con sillar reciclado, se presentan reducciones progresivas.

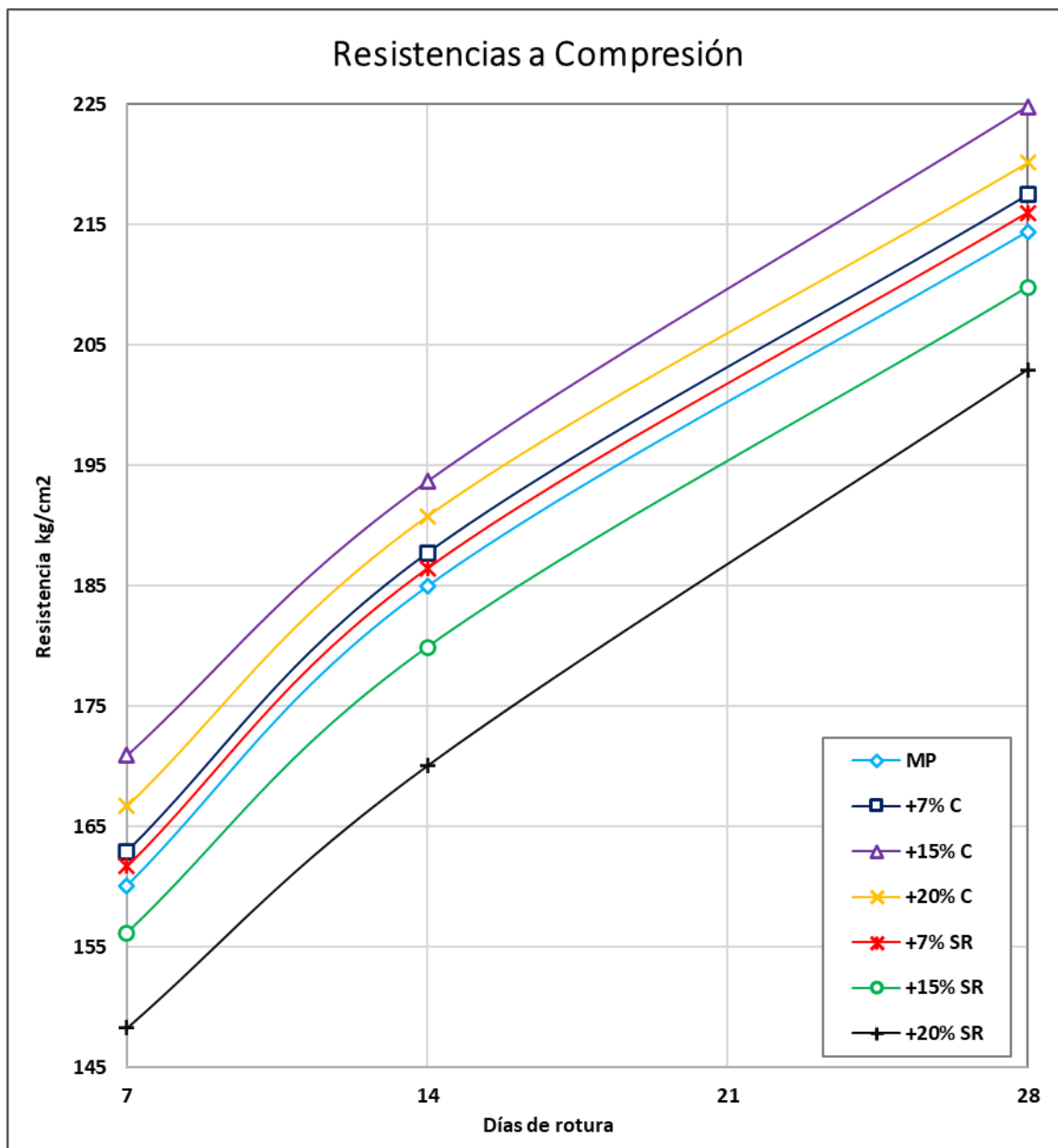
Tabla 35

Resumen de módulos de elasticidad alcanzados

Serie	Módulos de Elasticidad (kg/cm2)		
	1ra etapa (7 d.)	2da etapa (14 d.)	4ta etapa (28 d.)
MP	160.10	184.93	214.40
+7% C	162.91	187.70	217.48
+15% C	170.93	193.66	224.78
+20% C	166.72	190.78	220.12
+7% SR	161.71	186.44	215.97
+15% SR	156.17	179.89	209.79
+20% SR	148.26	170.02	202.92

Figura 9

Evolución de módulos de elasticidad



En concordancia a las series experimentales y a las diferentes etapas de curado por medio de inmersión, los módulos de elasticidad conseguidos con la utilización de cuarcita y sillar reciclado en suplencia de los materiales gruesos, denotándose que la sustitución del 15% de cuarcita proporciona los valores más altos de modulo elástico.

4.1.3 Influencia de la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en la resistencia a flexión

a) Módulos de roturas – 1ra etapa

Tabla 36

Módulos de roturas de la serie de verificación

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
7	VF-1	1305.26	19.40
	VF-2	1326.37	19.65
	VF-3	1389.59	20.72
	VF-4	1369.87	20.29
	VF-5	1374.64	20.43
PROMEDIO			20.10

En el análisis de las muestras representativas de la muestra patrón, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 7 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 20.10 kg/cm².

Tabla 37

Módulos de roturas de la serie experimental con 7% cuarcita

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
7	VF-1	1500.89	22.31
	VF-2	1482.76	21.97
	VF-3	1472.59	21.82
	VF-4	1561.67	23.14
	VF-5	1499.79	22.29
PROMEDIO			22.30

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 7% de cuarcita, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 7 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 22.30 kg/cm².

Tabla 38

Módulos de roturas de la serie experimental con 15% cuarcita

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
7	VF-1	1678.33	24.95
	VF-2	1723.67	25.54
	VF-3	1734.29	25.69
	VF-4	1703.68	25.24
	VF-5	1777.47	26.42
PROMEDIO			25.57

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 15% de cuarcita, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 7 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 25.57 kg/cm².

Tabla 39

Módulos de roturas de la serie experimental con 20% cuarcita

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
7	VF-1	1557.33	23.15
	VF-2	1650.46	24.45
	VF-3	1577.59	23.37
	VF-4	1667.67	24.71
	VF-5	1547.54	23.00
PROMEDIO			23.74

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 20% de cuarcita, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 7 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 23.74 kg/cm².

Tabla 40*Módulos de roturas de la serie experimental con 7% sillar reciclado*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
7	VF-1	1393.44	20.71
	VF-2	1402.56	20.78
	VF-3	1419.88	21.04
	VF-4	1367.39	20.26
	VF-5	1437.66	21.37
PROMEDIO			20.83

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 7% de sillar reciclado, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 7 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 20.83 kg/cm².

Tabla 41*Módulos de roturas de la serie experimental con 15% sillar reciclado*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
7	VF-1	1168.96	17.38
	VF-2	1209.84	17.92
	VF-3	1216.96	18.03
	VF-4	1186.78	17.58
	VF-5	1279.67	19.02
PROMEDIO			17.99

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 15% de sillar reciclado, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 7 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 17.99 kg/cm².

Tabla 42

Módulos de roturas de la serie experimental con 20% sillar reciclado

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
7	VF-1	1082.65	16.09
	VF-2	1004.73	14.88
	VF-3	1014.62	15.03
	VF-4	1097.84	16.26
	VF-5	1027.74	15.28
PROMEDIO			15.51

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 20% de sillar reciclado, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 7 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 15.51 kg/cm².

ANÁLISIS COMPARATIVO:

Tabla 43

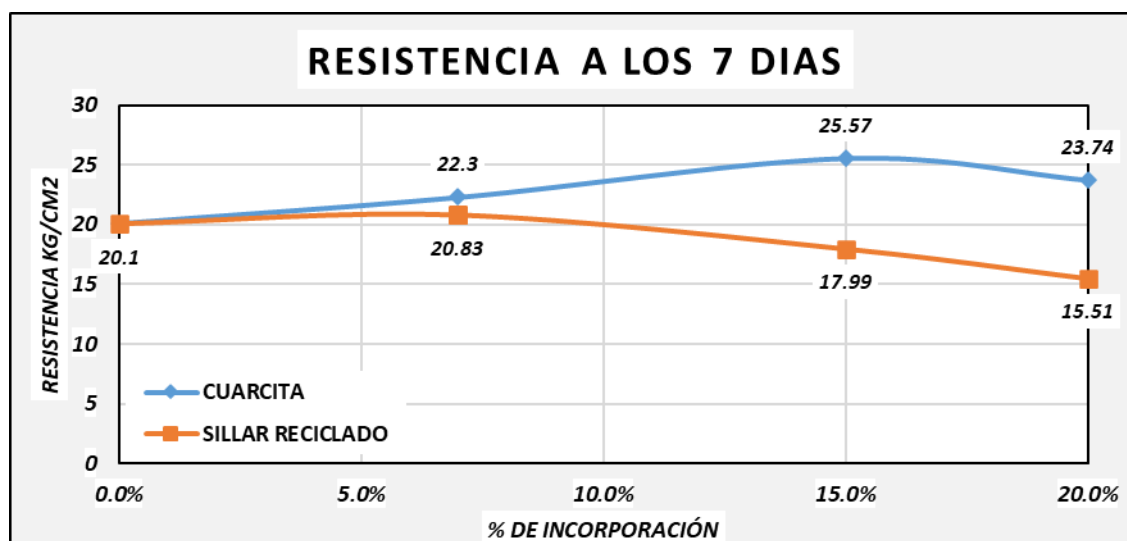
Comparación de módulos de roturas a la primera etapa de curado

Serie	1ra etapa (kg/cm ²)
MP	20.10
+7% C	22.30
+15% C	25.57
+20% C	23.74
+7% SR	20.83
+15% SR	17.99
+20% SR	15.51

Se presenta los datos comparativos de los módulos de roturas a la primera etapa de inmersión para concretos con diferentes cantidades de cuarcita (C) y sillar reciclado (SR) como sustitutos de agregados gruesos. Se observa que la mezcla con +15% C alcanza el mayor módulo, con 25.57 kg/cm², mientras que la mezcla con +20% SR presenta el menor módulo con 15.51 kg/cm².

Figura 10

Relación de módulos de roturas a la primera etapa de curado



De acuerdo a los productos conseguidos a la primera etapa de curado, se verifica las relaciones entre las cantidades de reemplazo de materiales naturales, evidenciando que la sustitución con cuarcita favorece al incremento de los módulos de roturas de concretos, sin embargo, al reemplazar con sillar reciclado, se presentan reducciones progresivas.

b) Módulos de roturas – 2da etapa

Tabla 44

Módulos de roturas de la serie de verificación

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
14	VF-1	1814.44	26.97
	VF-2	1878.46	28.02
	VF-3	1825.47	27.13
	VF-4	1846.62	27.36
	VF-5	1757.27	26.21
PROMEDIO			27.14

En el análisis de las muestras representativas de la muestra patrón, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 14 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 27.14 kg/cm².

Tabla 45*Módulos de roturas de la serie experimental con 7% cuarcita*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
14	VF-1	1944.38	28.90
	VF-2	1921.59	28.47
	VF-3	1875.67	27.79
	VF-4	1886.48	27.95
	VF-5	1947.37	28.85
PROMEDIO			28.39

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 7% de cuarcita, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 14 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 28.39 kg/cm².

Tabla 46*Módulos de roturas de la serie experimental con 15% cuarcita*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
14	VF-1	2114.62	31.43
	VF-2	2096.37	31.06
	VF-3	2147.29	31.81
	VF-4	2083.67	30.87
	VF-5	2088.42	30.94
PROMEDIO			31.22

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 15% de cuarcita, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 14 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 31.22 kg/cm².

Tabla 47*Módulos de roturas de la serie experimental con 20% cuarcita*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
14	VF-1	2053.67	30.53
	VF-2	1961.46	29.06
	VF-3	1996.38	29.58
	VF-4	2059.67	30.51
	VF-5	2083.87	30.87
PROMEDIO			30.11

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 20% de cuarcita, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 14 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 30.11kg/cm².

Tabla 48*Módulos de roturas de la serie experimental con 7% sillar reciclado*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
14	VF-1	1879.67	27.94
	VF-2	1787.57	26.48
	VF-3	1872.81	27.75
	VF-4	1889.73	28.00
	VF-5	1887.81	27.97
PROMEDIO			27.63

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 7% de sillar reciclado, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 14 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 27.63 kg/cm².

Tabla 49*Módulos de roturas de la serie experimental con 15% sillar reciclado*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
14	VF-1	1643.38	24.43
	VF-2	1615.88	23.94
	VF-3	1635.79	24.23
	VF-4	1583.68	23.46
	VF-5	1669.72	24.74
PROMEDIO			24.16

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 15% de sillar reciclado, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 14 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio de 24.16 kg/cm².

Tabla 50*Módulos de roturas de la serie experimental con 20% sillar reciclado*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
14	VF-1	1471.45	21.87
	VF-2	1487.63	22.04
	VF-3	1489.84	22.07
	VF-4	1484.67	22.00
	VF-5	1442.39	21.37
PROMEDIO			21.87

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 20% de sillar reciclado, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 14 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio de 21.87 kg/cm².

ANÁLISIS COMPARATIVO:

Tabla 51

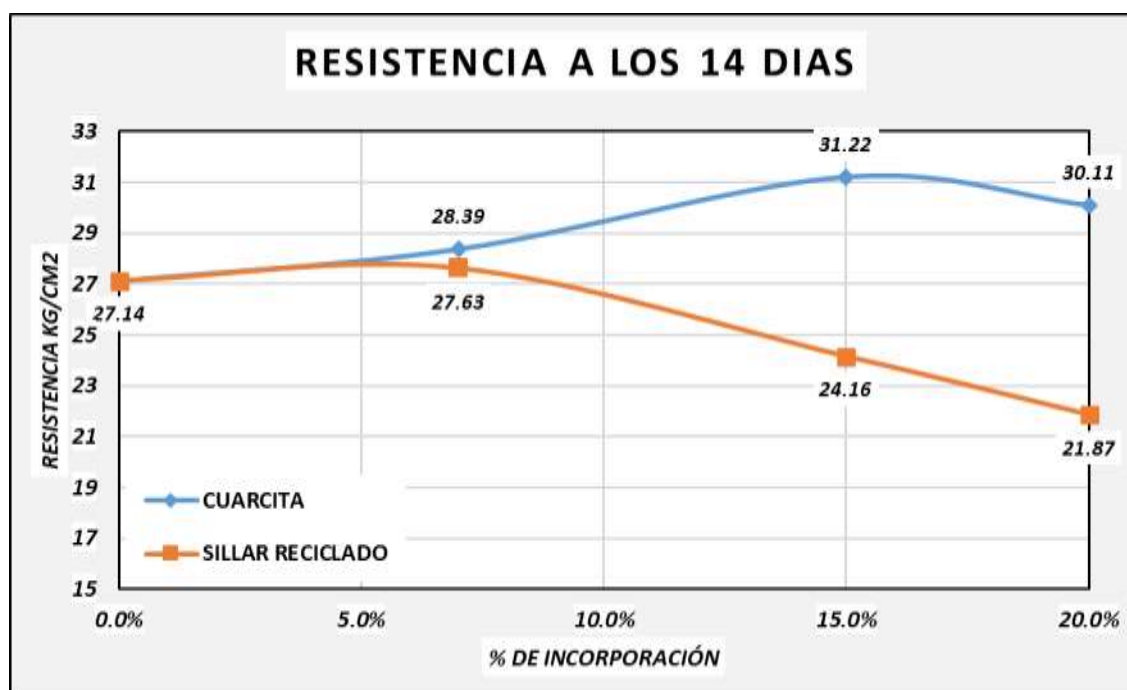
Comparación de módulos de roturas a la segunda etapa de curado

Serie	2da etapa (kg/cm ²)
MP	27.14
+7% C	28.39
+15% C	31.22
+20% C	30.11
+7% SR	27.63
+15% SR	24.16
+20% SR	21.87

Se observa que la mezcla con +15% C alcanza el mayor módulo, con 31.22 kg/cm², mientras que la mezcla con +20% SR presenta el menor módulo con 21.87 kg/cm².

Figura 11

Relación de módulos de roturas a la segunda etapa de curado



De acuerdo a los productos conseguidos a la segunda etapa de curado, se verifica las relaciones entre las cantidades de reemplazo de materiales naturales, evidenciando que la sustitución con cuarcita favorece al incremento de los módulos de roturas de concretos, sin embargo, al reemplazar con sillar reciclado, se presentan reducciones progresivas.

c) Módulos de roturas – 4ta etapa

Tabla 52

Módulos de roturas de la serie de verificación

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
28	VF-1	2386.44	35.47
	VF-2	2336.67	34.62
	VF-3	2408.82	35.93
	VF-4	2376.37	35.21
	VF-5	2344.26	34.85
PROMEDIO			35.21

En el análisis de las muestras representativas de la muestra patrón, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 28 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 35.21 kg/cm².

Tabla 53

Módulos de roturas de la serie experimental con 7% cuarcita

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
28	VF-1	2487.85	36.98
	VF-2	2486.37	36.84
	VF-3	2501.64	37.06
	VF-4	2489.29	36.88
	VF-5	2507.41	37.15
PROMEDIO			36.98

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 7% de cuarcita, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 28 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 36.98 kg/cm².

Tabla 54*Módulos de roturas de la serie experimental con 15% cuarcita*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
28	VF-1	2628.36	39.07
	VF-2	2609.84	38.66
	VF-3	2675.59	39.64
	VF-4	2686.37	39.80
	VF-5	2612.64	38.71
PROMEDIO			39.18

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 15% de cuarcita, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 28 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 39.18 kg/cm².

Tabla 55*Módulos de roturas de la serie experimental con 20% cuarcita*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
28	VF-1	2513.36	37.36
	VF-2	2568.68	38.05
	VF-3	2504.76	37.11
	VF-4	2538.49	37.61
	VF-5	2470.87	36.61
PROMEDIO			37.35

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 20% de cuarcita, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 28 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 37.35 kg/cm².

Tabla 56*Módulos de roturas de la serie experimental con 7% sillar reciclado*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
28	VF-1	2419.87	35.97
	VF-2	2427.96	35.97
	VF-3	2458.64	36.42
	VF-4	2479.59	36.73
	VF-5	2462.82	36.49
PROMEDIO			36.32

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 7% de sillar reciclado, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 28 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio significativo de 36.32 kg/cm².

Tabla 57*Módulos de roturas de la serie experimental con 15% sillar reciclado*

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
28	VF-1	2272.69	33.78
	VF-2	2312.44	34.26
	VF-3	2327.52	34.48
	VF-4	2358.61	34.94
	VF-5	2362.78	35.00
PROMEDIO			34.49

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 15% de sillar reciclado, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 28 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio de 34.49 kg/cm².

Tabla 58

Módulos de roturas de la serie experimental con 20% sillar reciclado

Periodo	Vigas	Cargas (kg)	M. Roturas (kg/cm ²)
28	VF-1	2007.41	29.84
	VF-2	2101.32	31.13
	VF-3	2019.45	29.92
	VF-4	2006.52	29.73
	VF-5	2122.61	31.45
PROMEDIO			30.41

En el análisis de las muestras representativas de la muestra con 20% de sillar reciclado, se ha observado con detenimiento las resistencias obtenidas mediante los ensayos realizados a los 28 días. Uno de los aspectos más destacados es la resistencia a la rotura a flexión, la cual exhibe un promedio de 30.41 kg/cm².

ANÁLISIS COMPARATIVO:

Tabla 59

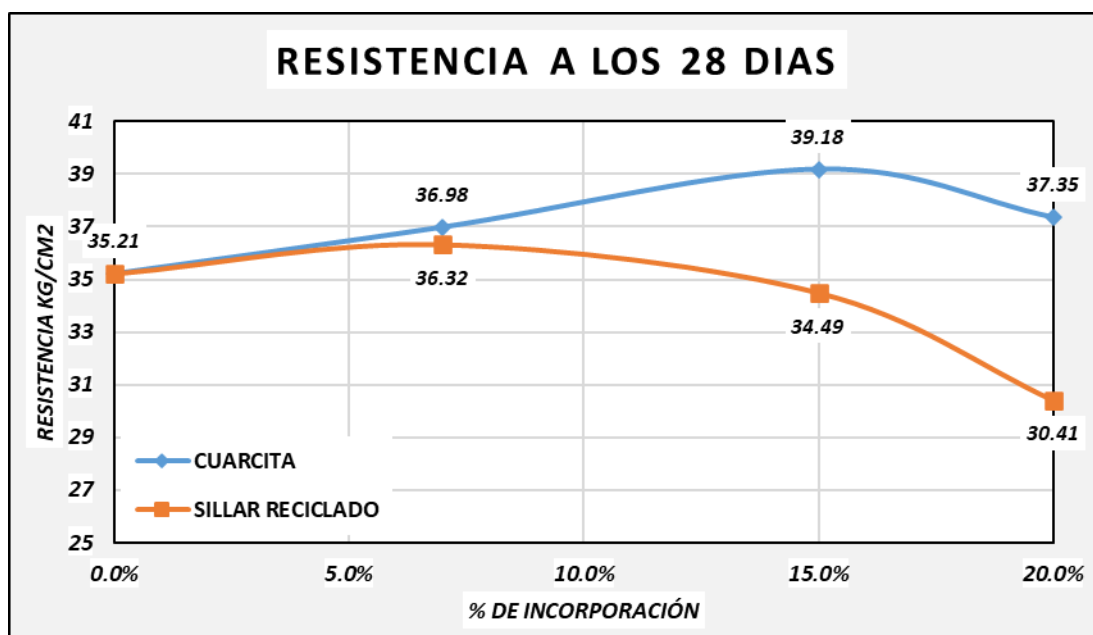
Comparación de módulos de roturas a la cuarta etapa de curado

Serie	4ta etapa (kg/cm ²)
MP	35.21
+7% C	36.98
+15% C	39.18
+20% C	37.35
+7% SR	36.32
+15% SR	34.49
+20% SR	30.41

Se presenta los datos comparativos de los módulos de roturas a la cuarta etapa de inmersión para concretos con diferentes cantidades de cuarcita (C) y sillar reciclado (SR) como sustitutos de agregados gruesos. Se observa que la mezcla con +15% C alcanza el mayor módulo, con 39.18 kg/cm², mientras que la mezcla con +20% SR presenta el menor módulo con 30.41 kg/cm².

Figura 12

Relación de módulos de roturas a la cuarta etapa de curado



De acuerdo a los productos conseguidos a la cuarta etapa de curado, se verifica las relaciones entre las cantidades de reemplazo de materiales naturales, evidenciando que la sustitución con cuarcita favorece al incremento de los módulos de roturas de concretos, sin embargo, al reemplazar con sillar reciclado, se presentan reducciones progresivas.

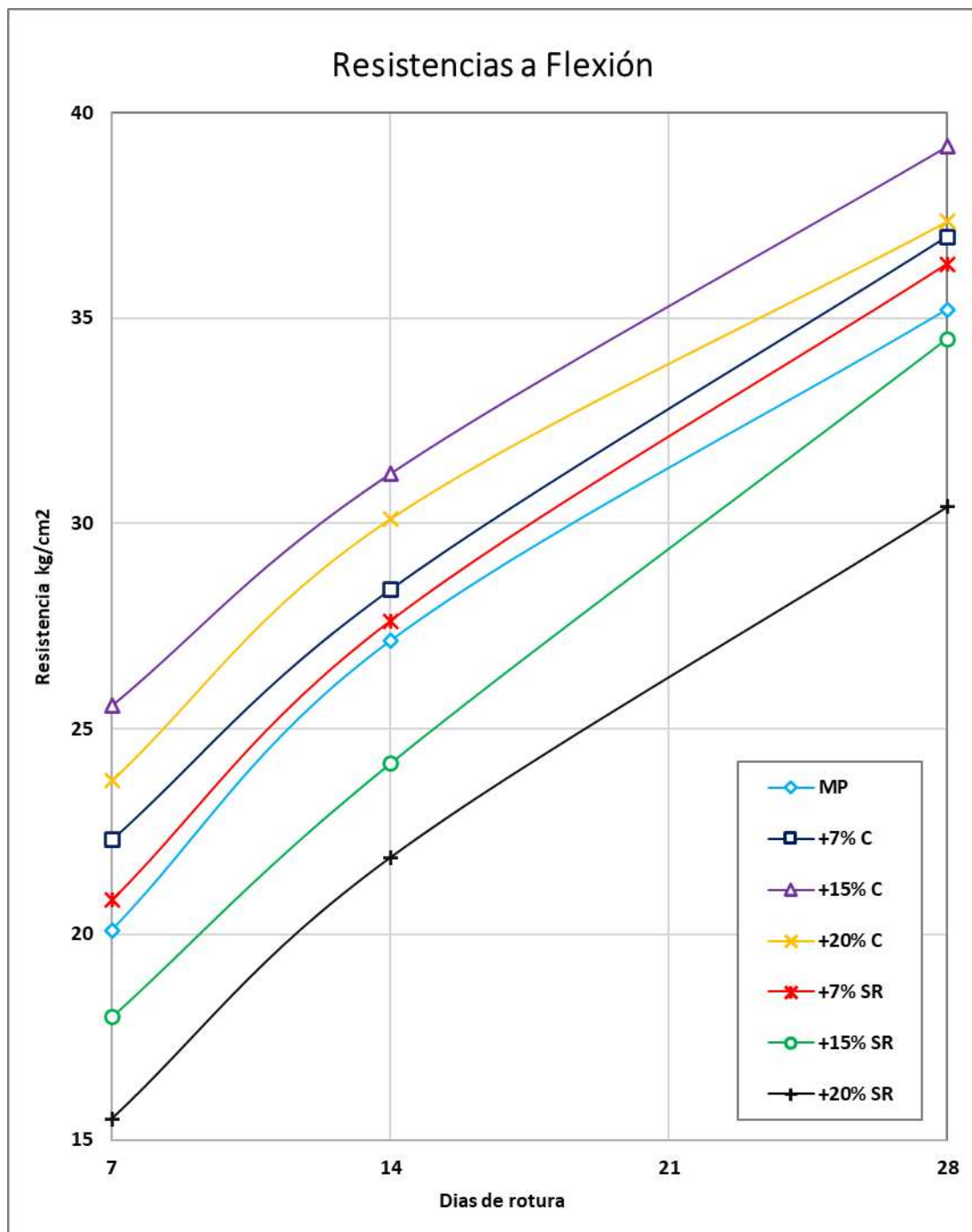
Tabla 60

Resumen de módulos de roturas alcanzados

Serie	Módulos de Roturas (kg/cm2)		
	1ra etapa (7 d.)	2da etapa (14 d.)	4ta etapa (28 d.)
MP	20.10	27.14	35.21
+7% C	22.30	28.39	36.98
+15% C	25.57	31.22	39.18
+20% C	23.74	30.11	37.35
+7% SR	20.83	27.63	36.32
+15% SR	17.99	24.16	34.49
+20% SR	15.51	21.87	30.41

Figura 13

Evolución de módulos de roturas



En concordancia a las series experimentales y a las diferentes etapas de curado por medio de inmersión, los módulos de roturas conseguidos con la utilización de cuarcita y sillar reciclado en suplencia de los materiales gruesos, denotándose que la sustitución del 15% de cuarcita proporciona los valores más altos de módulo de roturas.

4.2 Discusión de resultados

Recientes antecedentes internacionales concluyen que la sustitución de materiales convencionales estándar por alternativas como la cuarcita y el sillar reciclado causa un efecto significativo en las propiedades mecánicas del hormigón. Conforme a Chandra y Ramaraju (2022), la cuarcita utilizada como reemplazo parcial de agregado grueso aumentó la resistencia a la compresión, con un máximo de más del 20% de reemplazo para el mayor porcentaje de fuerza. Si bien el 100% de la cuarcita dio como resultado una disminución en la resistencia del cubo, esta afirmación enfatiza la importancia de decidir qué porcentaje de sustitución es el más adecuado. Contrariamente, la cuarcita obtuvo el valor de resistencia a la compresión, en particular para el porcentaje del 15%. Este aspecto se alinea con mis resultados.

Con respecto al material de reemplazo reciclado, Thejaswini et al. (2023) y Gehlot et al. (2021) indicaron que tenía un efecto perjudicial en las propiedades del concreto a pesar de su impacto positivo en la sostenibilidad. Los resultados de esta tesis concuerdan con dichos estudios, ya que se observó una disminución en la resistencia a la compresión, la tracción indirecta y la flexión con mayores porcentajes de sillar reciclado. A pesar de ser una opción ecológicamente favorable, su impacto negativo en la resistencia mecánica limita su uso en aplicaciones estructurales, como lo evidencian los resultados con 20% de sillar reciclado.

Los antecedentes nacionales también reflejan tendencias similares. Según Castillo y Quispe (2019), la adición de vidrio molido y cuarcita mostró un aumento en la resistencia a la compresión en porcentajes bajos de sustitución, mientras que mayores cantidades de cuarcita molida resultaron en una reducción de la resistencia. Este hallazgo resalta la importancia de ajustar los porcentajes de sustitución según el tipo de material utilizado, tal como se observó en esta investigación.

Por otro lado, Tenorio y Acosta (2022) observaron que la piedra pómez pulverizada mejora la trabajabilidad del concreto, mientras que el sillar reciclado afecta negativamente



la trabajabilidad debido a su alta absorción de agua. Esto coincide con nuestros resultados, donde la piedra pómez aumentó la resistencia a la compresión y mejoró la trabajabilidad, mientras que el sillar reciclado redujo la trabajabilidad y afectó las propiedades mecánicas del concreto.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden en gran medida con los de investigaciones previas, confirmando que el uso de materiales reciclados como cuarcita y sillar reciclado tiene un impacto considerable en las propiedades del concreto. La cuarcita mejora la resistencia a la compresión y a la flexión, especialmente en proporciones de 15%, mientras que el sillar reciclado, aunque beneficioso desde una perspectiva ambiental, debe usarse con precaución, ya que altos porcentajes de este material pueden deteriorar las propiedades mecánicas del concreto.

CONCLUSIONES

General, la sustitución del agregado grueso por cuarcita y sillar reciclado en el concreto tiene efectos significativos en sus propiedades. La cuarcita mejora progresivamente la resistencia a la compresión y a la flexión a medida que aumenta su porcentaje de reemplazo, destacando un incremento notable en la resistencia con un 15% de sustitución. Sin embargo, el sillar reciclado presenta un comportamiento opuesto, con una caída en la resistencia a la compresión y flexión a partir del 15% de sustitución. En cuanto al asentamiento, la cuarcita provoca una ligera disminución, mientras que el sillar reciclado reduce considerablemente el asentamiento a concentraciones más altas. Estos resultados sugieren que la cuarcita reciclada es más efectiva en mejorar las propiedades mecánicas del concreto que el sillar reciclado.

Primera, la sustitución del agregado grueso por cuarcita y sillar reciclado en proporciones del 7%, 15% y 20% tiene un efecto significativo en el asentamiento del concreto. La muestra patrón alcanzó un asentamiento de 3.87". Al emplear cuarcita como reemplazo del agregado grueso al 7%, el asentamiento disminuyó a 3.85", al 15% fue de 3.82" y al 20% fue de 3.80". En cuanto al sillar reciclado, al 7% de sustitución, el asentamiento fue de 3.52", al 15% fue de 3.10" y al 20% fue de 2.76".

Segunda, la sustitución del agregado grueso por cuarcita y sillar reciclado en proporciones del 7%, 15% y 20% tiene un efecto significativo sobre la resistencia a compresión del concreto. La muestra patrón alcanzó una resistencia de 214.4 kg/cm². Al sustituir el agregado grueso por cuarcita, la resistencia aumentó a 217.48 kg/cm² con el 7% de cuarcita, alcanzó 224.78 kg/cm² con el 15%, pero presentó una ligera reducción con el 20%, bajando a 220.12 kg/cm². En el caso del sillar reciclado, con un 7% de sustitución, la resistencia fue de 215.97 kg/cm². Sin embargo, al aumentar el porcentaje de sillar reciclado



al 15% y 20%, se observó una disminución significativa en la resistencia, alcanzando solo 202.92 kg/cm² en el 20%.

Tercera, la sustitución del agregado grueso por cuarcita y sillar reciclado en proporciones del 7%, 15% y 20% tiene un impacto notable en la resistencia a flexión del concreto. La muestra patrón alcanzó una resistencia a flexión de 35.21 kg/cm². Al sustituir el agregado grueso por cuarcita al 15%, la resistencia aumentó a 39.18 kg/cm², pero con un 20% de cuarcita, la resistencia se redujo a 37.35 kg/cm². En cuanto al sillar reciclado, al 7% de sustitución, la resistencia a flexión fue de 36.32 kg/cm², pero al incrementar al 20%, la resistencia disminuyó considerablemente, alcanzando 30.41 kg/cm².

RECOMENDACIONES

Primera, se recomienda realizar investigaciones a largo plazo para estudiar la durabilidad del concreto modificado con sillar reciclado y cuarcita en diversas condiciones ambientales extremas, como la exposición continua a radiación ultravioleta, cambios térmicos y condiciones de alta humedad.

Segunda, se recomienda ampliar las opciones de materiales reciclados en la fabricación de concreto, sería beneficioso investigar el uso de otros residuos como plástico reciclado, neumáticos viejos o residuos de papel en combinación con cuarcita y sillar reciclado, para determinar sus efectos combinados en las propiedades del concreto.

Tercera, se recomienda investigar el reciclaje de concreto usado, combinado con cuarcita o sillar reciclado, para evaluar su aplicabilidad como material de construcción para nuevas obras, contribuyendo a la economía circular en la construcción.

Cuarta, se recomienda realizar un análisis detallado de costos para evaluar la viabilidad económica de implementar materiales reciclables como cuarcita y sillar reciclado en la producción de concreto.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. P., Rodriguez, L. R., & Arevalo, I. A. (2022). *Caracterización de morteros y concretos hidráulicos con agregado de caucho reciclado*.
<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/45113>
- Aguinaga Sanchez, G. G. (2019). Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, producidos por las altas temperaturas en la ciudad de Tarapoto.
Repositorio - UNSM. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3343>
- Alave Huanca, M. D., & Mendoza Ríos, J. P. (2019). Influencia del Sillar como Sustituto del Agregado Grueso en la Mejora de las Propiedades del Concreto De $F'C= 175 \text{ Kg/Cm}^2$ para Muros de Tabiquerías en Edificación en la Ciudad de Tacna.
Universidad Privada de Tacna.
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1137>
- Amaya, S., & Ramírez, M. Á. (2019). *Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras*.
<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/0a077063-b4cf-497f-8c86-c35a986dcc4b>
- Apaza Quispe, E. S. (2022). Análisis técnico económico de la sienita como sustituto del agregado grueso para el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ Carabaya—Puno, 2022.
Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96284>
- Atencio Buelvas, M. de J., & Nieto Santos, M. (2022). *Incidencia de los micromateriales inertes de tipo residuo de trituración de la roca en las características físico-mecánicas de los concretos hidráulicos*. <https://doi.org/10.57799/11227/8081>



- Ávila Vera, D. H. (2020). *Características del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con el agregado global roca cuarcita de la cantera el Inca y cemento portland tipo Ms e ico del centro poblado santa clara de tulpo—Santiago de Chuco.*
- Ávila Vera, D. H., & Jiménez Vásquez, L. E. (2020). Características del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con el agregado global roca cuarcita de la cantera el Inca y cemento portland tipo Ms e ico del centro poblado santa clara de tulpo—Santiago de Chuco. *Universidad Privada Antenor Orrego*.
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7020>
- Ayala Salazar, F. (2023). Determinación de la influencia de las características resistentes del agregado grueso en la resistencia del concreto 28, 35 y 42 MPA, en la ciudad de Huaraz 2020. *Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo*.
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5683>
- Carpio Cáceres, F. J., & Quintanilla Velásquez, C. N. (2021). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y físicas del concreto empleando los agregados y cementos con mayor demanda comercial en la ciudad de Arequipa utilizando métodos de diseños de mezclas para resistencias $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.*
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10506>
- Castillo, W., & Quispe, C. (2019). *Propiedades mecánicas del concreto elaborado con adición de vidrio molido y cuarcita.* <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/6e2df8cb-367d-4e46-9b2c-9adde967edb8>
- Cerda Suarez, M. A. (2021). Evaluación de la resistencia del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando roca granito. *Universidad San Pedro*.
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20556>
- Chalco Benavente, R. D. (2022). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de piedra pómez volcánica distrito de Coya,Cusco – 2021. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91385>



- Chandra, N. V., & Ramaraju, K. V. V. (2022). Experimental Study on Properties of Concrete by Replacing Coarse Aggregate with Quartzite. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(3), 369-379. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.40617>
- Concha Marquez, Y. L., & Fernandez Huallpa, L. M. (2022). Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con la adición de residuos de sillar – Arequipa, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104796>
- Cruz Medina, J., & Sam Ortíz, L. J. (2020). Comparación de la resistencia de un concreto de $f'c=280$ kg/cm² utilizando los agregados grueso piedra zarandeada y piedra chancada de dos canteras de Trujillo 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48806>
- Durand Matta, G. E. (2021). *Adición de fibra de polipropileno reciclada de un saco de arroz para incrementar la resistencia a la flexión evaluado en primas de concreto de 210 kg/cm² según la NTP 339.078, Lima 2021.*
- Gehlot, T., Sankhla, S. S., & Parihar, S. (2021). Compressive, flexural strength test and chloride ion permeability test of concrete incorporating quartzite rock dust. *Materials Today: Proceedings*, 45, 4724-4730. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.166>
- Gómez, M., & Lenis, J. (2021). *Repositorio Institucional Universidad de Antioquia: Exploración de materiales reciclables para la sustitución de mallas electrosoldadas en el refuerzo de concreto en placas de piso.* <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/21907>
- Guerra, J., & Eljach, J. (2021). *Elaboración y caracterización de morteros de cemento portland reforzados con fibras de polipropileno provenientes de residuos sólidos industriales.* <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1369>



- Guillén Flores, L. F., & Llerena Tinoco, I. M. (2020). Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto. *Repositorio institucional - URP*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3711>
- Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis* [Text.Chapter]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>
- Huaman, E. (2022). *Resistencia mecánica de concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021*. <https://repositorio.continental.edu.pe/item/d471c50d-71b1-4117-b342-14ebccaecdffa>
- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.
- Mar, C., Barbosa, A., & Molar, J. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Marcano, V., Díaz, E., González Toril, E., Cedeño, C., Amils Pibernat, R., & Brewer Carias, C. (2020). Microbiología de formaciones de ópalo en cuevas de cuarcita de la Guayana venezolana. *Boletín de la Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst: SEDECK*, 15, 89-110.
- Navarro Ñahuis Anthony, R. A., & Navarro Viguria, W. A. (2021). Piedra caliza triturada para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural. *Universidad Ricardo Palma*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5125>
- Novoa, N., & García, L. (2021). *Formulación de mezcla de concreto con adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclado para la elaboración de elementos de construcción*. [Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña]. <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/4839>



- Quito Coila, J. D. (2020). *Uso de residuos de la producción de bloques de sillar de la cantera de Añashuayco en el diseño de concreto de resistencias convencionales y su análisis de durabilidad ante la acción química, en la ciudad de Arequipa*.
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9891>
- Rodriguez Ticona, V. M. (2021). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto ligero para uso estructural, adicionando piedra pómez, Juliaca—Puno, 2021. *Repositorio Institucional* - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87108>
- Rodriguez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik.
- Suarez, A. F. (2022). El relave minero como agregado del concreto en el diseño de mezcla en $F'_{C} = 350 \text{ kg/cm}^2$ al 5%, 15%, 25 % en el centro poblado de Chicrin – 2021. *Universidad de Huánuco*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/3432>
- Talavera Mendoza, A. V., & Peña Blondet, J. D. (2018). *Optimización de Diseños de Mezcla de Concreto Ligero con Ignimbrita y Evaluación de Modelos de Sostenibilidad para la Actividad Extractiva en la Cantera de Añashuayco en la Ciudad de Arequipa*.
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8422>
- Tenorio Chung, J. L., & Acosta Huayllahua, S. A. (2022). *Estudio comparativo de las propiedades del concreto (cemento-arena): Con arena de cantera fluvial – comunidad Astoria y con arena de cantera cuarzosa – comunidad Varillal en la ciudad de Iquitos*. <http://hdl.handle.net/20.500.14503/1755>
- Thejaswini Veena, C., Sasidhar, C., & Veera Sudarsana Reddy, R. (2023). Experimental studies on mechanical and durability properties of high performance concrete with partial replacement of fine aggregate with crushed Quartzite and binding material by fly ash and silica fume. *Materials Today: Proceedings*.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.682>



Vallejo Barahona, E. A. (2016). *Diseño de hormigón de altas prestaciones con agregados de cuarcita para su aplicación en el ámbito vial, estructural y arquitectónico con adición de pigmentos*. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1817>

Villanueva, F. (2022). *Metodología de la investigación*. Klik.

Zega, C., Sosa, M., & Maio, Á. (2018). *Hormigones con Agregados Reciclados*.



ANEXOS

Anexo. Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cuáles son las propiedades de un concreto convencional con incorporación de cuarcita y sillar reciclado en porcentajes variables en el distrito de Santa Lucía 2025?	Objetivo General: Evaluar las propiedades de un concreto convencional con incorporación de cuarcita y sillar reciclado en porcentajes variables en el distrito de Santa Lucía 2025.	Hipótesis General: Las propiedades de un concreto convencional mejorará significativamente con incorporación de cuarcita y sillar reciclado en porcentajes variables en el distrito de Santa Lucía 2025.	Variable Independiente Cuarcita y sillar reciclado.	Báscula Electrónica, Plantilla de toma de datos.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
a. ¿Cómo influye la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en el asentamiento del concreto en el distrito de Santa Lucía? b. ¿Cómo influye la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto en el distrito de Santa Lucía? c. ¿Cómo influye la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto en el distrito de Santa Lucía?	a. Evaluar la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en el asentamiento del concreto. b. Evaluar la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto. c. Evaluar la incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto.	a. La incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso tendrá un efecto significativo en el asentamiento del concreto. b. La incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso tendrá un efecto significativo en la resistencia a compresión del concreto. c. La incorporación de cuarcita y sillar reciclado en proporciones de 7%, 15% y 20 %, como remplazo del agregado grueso tendrá un efecto significativo en la resistencia a flexión del concreto.		

Anexo 3. Fotografías



Fotografía 1. La Cuarcita



Fotografía 2. Sillar reciclado



Fotografía 3. Contenido de humedad de los agregados



Fotografía 4. Análisis granulométrico del agregado grueso



Fotografía 5. Análisis granulométrico del agregado fino



Fotografía 6. Análisis granulométrico del agregado grueso



Fotografía 7. Peso unitario varillado del agregado grueso



Fotografía 8. Rotura de briquetas



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.02
		Aprobado	GG GR
		Página	1 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREO POR	: A.M.M.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
CANTERA	: CABANILLAS	TIPO DE MATERIAL	: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 468.37
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 486.35
N° 8	43.68	8.74	8.74	91.26	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1305.57
N° 16	78.45	15.69	24.43	75.57	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1629.94
N° 30	129.28	25.86	50.28	49.72	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	144.34	28.87	79.15	20.85	Wc+B =	1792
N° 100	80.64	16.13	95.28	4.72	Wc+B-W =	162
N° 200	16.42	3.28	98.56	1.44	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 3.00 \text{ gr/cm}^3$
FONDO	7.19	1.44	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	500.00	100.00			B =	486.35
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	17.98
Mf = MODULO DE FINEZA					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.84 \%$

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 777.54
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 800.81
1"	54.63	1.09	1.09	98.91	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1305.57
3/4"	405.29	11.58	12.67	87.33	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1811.86
1/2"	987.34	28.21	40.88	59.12	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	869.67	24.85	65.73	34.27	Wc+B =	2106
1/4"	568.73	16.25	81.98	18.02	Wc+B-W =	295
N° 4	614.34	17.55	83.28	16.72	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.72 \text{ gr/cm}^3$
FONDO	0.00	0.00	83.28	16.72	ABSORCIÓN	
SUMA	3500.00	70.00			B =	800.81
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	23.27
					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.99 \%$

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Diana Carolina Lucero Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 108696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. G. I. C.
CANTERA	: CABANILLAS	TIPO DE MATERIAL	: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025

CONTENIDO DE HUMEDAD

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
P.T. M. HUM	367.49	P.T. M. HUM	597.38
P.T.M. SECA	354.72	P.T.M. SECA	582.69
P.TARRO	39.14	P.TARRO	40.12
P. AGUA	12.77	P. AGUA	14.69
P.S. SECO	315.58	P.S. SECO	542.57
% HUMEDAD	4.05	% HUMEDAD	2.71

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO				AGREGADO GRUESO			
SUELTO				SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE		PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9297	5942	2059	1630	12699	7967	3136	1509
9286	5942	2059	1624	12686	7967	3136	1505
9292	5942	2059	1627	12677	7967	3136	1502
			1627				1505
VARILLADO				VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE		PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9612	5942	2059	1783	13188	7967	3136	1665
9623	5942	2059	1788	13176	7967	3136	1661
9618	5942	2059	1786	13186	7967	3136	1664
			1786				1663

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ ACI 211.1.74 ACI 211.1.81	Código	FRM_GR_EM_403
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 10
SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO CONVENCIONAL	
CANTERA	: CABANILLAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: $3/4"$ (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS :

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.72	3.00
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1663	1786
P.U. Suelto	1505	1627
% de Absorción	2.99	3.84
% de Humedad Natural	2.71	4.05
Modulo de Fineza	-	2.58

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: $3/4"$ (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m³
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 303696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	DISEÑO DE MEZCLA F ^c = 210 Kg./cm. ² ACI 211.1.74 ACI 211.1.81	Código	FRM_GR_EM_403
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 10
SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO CONVENCIONAL
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025
CANTERA	: CABANILLAS		

5. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.56**
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 366 \text{ Kg/m}^3$$

7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = **2.58** el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de **1663 Kg/m³** y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de **3/4" (19.05mm)** se recomienda el uso de **0.642 m³** de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.642) * (1663) = 1068 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= (205) / (1000)	= 0.205
Volúmen absoluto de cemento	= (366) / (2.85 * 1000)	= 0.128
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (1068) / (2.72 * 1000)	= 0.393
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.746

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: $= (1.000 - 0.746) = 0.254 \text{ m}^3$

$$(0.254) * (3.00) * 1000 = 762 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidos los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (1068) * (1.027075) = 1097 Kg.
Agregado Fino húmedo (762) * (1.0405) = 793 Kg.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 338696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC.	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC. CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm. ² ACI 211.1.74 ACI 211.1.81	Código	FRM_GR_EM_403
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 10
SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
CANtera	: CABANILLAS	TIPO DE MATERIAL	CONCRETO CONVENCIONAL
		FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 1068 * \left(\frac{2.71 - 2.99}{100} \right) - 762 \left(\frac{4.05 - 3.84}{100} \right) = 206$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	206	0.56
Agreg. Grueso	1068	2.92	1097	3.00
Agreg. Fino	762	2.08	793	2.17
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	92.07 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	127.33 Kg.
Agua efectiva	:	23.97 Kg.

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 2.00 p3 de Arena	2.0 p3 de Arena
- 2.99 p3 de Piedra Chancada	3.0 p3 de Piedra Chancada
- 24 Lt de Agua	24 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACIÓN POR TANDAS.

* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Choquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C 233)	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 10

SOLICITANTE : Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO : 01/07/2025
PROYECTO : TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR : A.M.M.
	ENSAYADO POR : J. C. I. C.
	TIPO DE MATERIAL
UBICACIÓN : LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO GRUESO
CANTERA : CABANILLAS	FECHA EXPEDICIÓN : 04/08/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	Peso Inicial = 3500 gr.
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		Tamaño máx. nominal = 3/4"
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	54.63	1.56	1.56	98.44		
3/4"	19.050	405.29	11.58	13.14	86.86	90 - 100 %	OBSERVACIONES: -
1/2"	12.700	987.34	28.21	41.35	58.65		
3/8"	9.525	869.67	24.85	66.20	33.80	20 - 55 %	
1/4"	6.350	568.73	16.25	82.45	17.55		
No4	4.760	614.34	17.55	100.00	0.00	0 - 10 %	
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



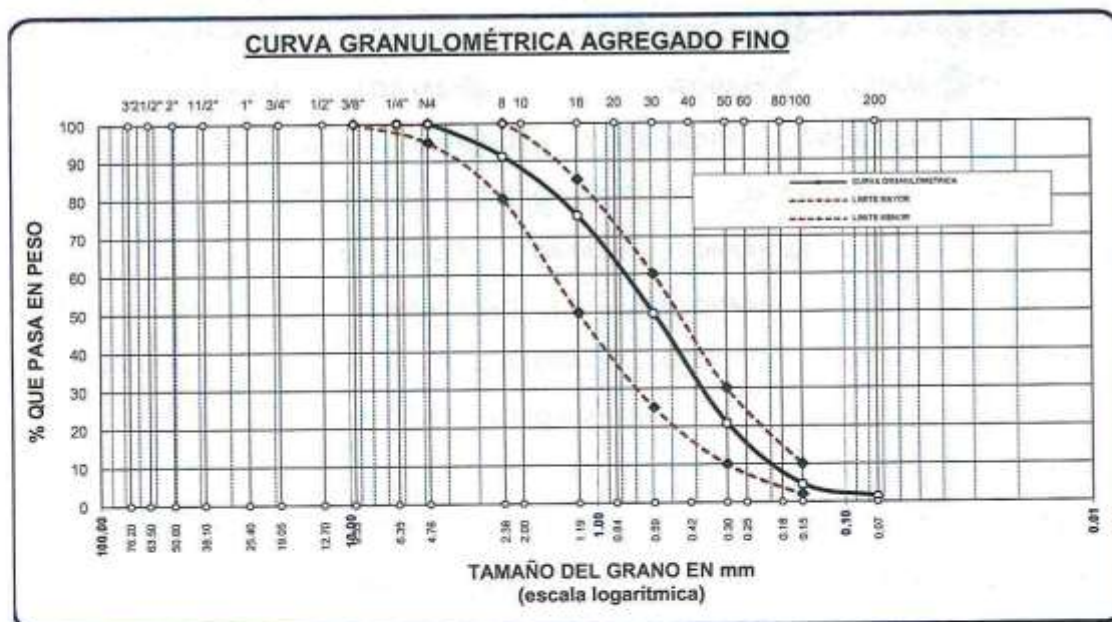
GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C 233)	Código:	FRM_GR_EM_102
		Versión:	V.01
		Aprobado:	GG_GR
		Página:	7 de 10

SOLICITANTE : Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO : 01/07/2025
PROYECTO : TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREO POR : A.M.M.
	ENSAYADO POR : J. C. I. C.
UBICACIÓN : LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL
CANTERA : CABANILLAS	AGREGADO FINO
	FECHA EXPEDICIÓN : 04/08/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.58 OBSERVACIONES: -
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No8	2.380	43.68	8.74	8.74	91.26	80 - 100 %	
No16	1.190	78.45	15.69	24.43	75.57	50 - 85 %	
No30	0.590	129.28	25.86	50.28	49.72	25 - 60 %	
No 50	0.300	144.34	28.87	79.15	20.85	10 - 30 %	
No100	0.149	80.64	16.13	95.28	4.72	2-10%	
No200	0.074	16.42	3.28	98.56	1.44		
BASE		7.19	1.44	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.44					



OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIAL ES	PESOS UNITARIOS NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	8 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO FINO	
CANTERA	: CABANILLAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5942 gr	5942 gr	5942 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2059 cm ³	2059 cm ³	2059 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9297.00 gr	9286.00 gr	9292.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3355.00 gr	3344.00 gr	3350.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.630 gr/cm ³	1.624 gr/cm ³	1.627 gr/cm ³
PROMEDIO		1.627 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5942 gr	5942 gr	5942 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2059 cm ³	2059 cm ³	2059 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9612.00 gr	9623.00 gr	9618.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3670.00 gr	3681.00 gr	3676.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.783 gr/cm ³	1.788 gr/cm ³	1.786 gr/cm ³
PROMEDIO		1.786 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incajari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIAL ES	PESOS UNITARIOS NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	9 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBIGACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO GRUESO	
CANTERA	: CABANILLAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7967 gr	7967 gr	7967 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3136 cm ³	3136 cm ³	3136 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12699.00 gr	12686.00 gr	12677.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4732.00 gr	4719.00 gr	4710.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.509 gr/cm ³	1.505 gr/cm ³	1.502 gr/cm ³
PROMEDIO		1.505 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7967 gr	7967 gr	7967 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3136 cm ³	3136 cm ³	3136 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13188.00 gr	13176.00 gr	13186.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5221.00 gr	5209.00 gr	5219.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.665 gr/cm ³	1.661 gr/cm ³	1.664 gr/cm ³
PROMEDIO		1.663 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	10 de 10

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO	
CANTERA	: CABANILLAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025

AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	367.49
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	354.72
PESO DEL TARRO (gr.)	39.14
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	328.35
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	315.58
PESO DEL AGUA (gr.)	12.77
% HUMEDAD	4.05

AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	597.38
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	582.69
PESO DEL TARRO (gr.)	40.12
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	557.26
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	542.57
PESO DEL AGUA (gr.)	14.69
% HUMEDAD	2.71

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incajari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034	Código: FRM_OR_EM_104 Versión: V.02 Aprobado: C.G. GR Página: 1 de 7
----------------------	--	---

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y BILAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J.C.I.C.
CANTERA	: CASANILLAS	TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO CONVENCIONAL
		FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	28130	15.01	176.95	158.97	210	01/07/2025	09/07/2025	7	75.70
2	MST-02	28321	14.98	176.24	160.69	210	01/07/2025	09/07/2025	7	76.52
3	MST-03	28297	15.01	176.95	159.92	210	01/07/2025	09/07/2025	7	76.15
4	MST-04	28351	14.98	176.24	160.86	210	01/07/2025	09/07/2025	7	76.60
5	MST-05	28326	15.01	176.95	160.08	210	01/07/2025	09/07/2025	7	76.23
Promedio De Rotura					160.10					76.24

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	32412	14.99	176.48	183.66	210	01/07/2025	16/07/2025	14	87.46
2	MST-07	32595	15.00	176.71	184.45	210	01/07/2025	16/07/2025	14	87.83
3	MST-08	32673	14.99	176.48	186.27	210	01/07/2025	16/07/2025	14	88.70
4	MST-09	32607	14.98	176.24	185.01	210	01/07/2025	16/07/2025	14	88.10
5	MST-10	32742	15.00	176.71	185.28	210	01/07/2025	16/07/2025	14	88.23
Promedio De Rotura					184.93					88.06

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	37678	15.01	176.95	214.06	210	01/07/2025	30/07/2025	28	101.93
2	MST-12	38176	15.01	176.95	215.74	210	01/07/2025	30/07/2025	28	102.74
3	MST-13	37867	15.01	176.95	214.00	210	01/07/2025	30/07/2025	28	101.90
4	MST-14	37563	14.98	176.24	213.13	210	01/07/2025	30/07/2025	28	101.49
5	MST-15	37903	14.98	176.24	215.06	210	01/07/2025	30/07/2025	28	102.41
Promedio De Rotura					214.40					102.09

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

ELABORADO POR: Jonathan Carlos Incauri Coaguila Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 388696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR:
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	Dr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	01/07/2025
PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	A.M.M.
		ENSAYADO POR	J.C. S. C.
		TIPO DE MATERIAL	CONCRETO + 7% CUARCITA
UBICACIÓN	LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	04/08/2025
CANTERA	CABANILLAS		

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	28872	15.01	178.95	163.16	210	01/07/2025	09/07/2025	7	77.70
2	MST-02	28988	15.01	178.95	163.82	210	01/07/2025	09/07/2025	7	78.01
3	MST-03	28674	14.98	176.24	162.70	210	01/07/2025	09/07/2025	7	77.47
4	MST-04	28717	14.98	176.24	162.94	210	01/07/2025	09/07/2025	7	77.59
5	MST-05	28652	15.01	178.95	161.92	210	01/07/2025	09/07/2025	7	77.11
Promedio De Rotura					162.91					77.58

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	33191	15.01	178.95	187.57	210	01/07/2025	16/07/2025	14	89.32
2	MST-07	33065	15.01	178.95	186.86	210	01/07/2025	16/07/2025	14	88.98
3	MST-08	33174	15.01	178.95	187.48	210	01/07/2025	16/07/2025	14	89.27
4	MST-09	33368	15.01	178.95	188.57	210	01/07/2025	16/07/2025	14	89.80
5	MST-10	33273	15.01	178.95	188.04	210	01/07/2025	16/07/2025	14	89.54
Promedio De Rotura					187.70					89.38

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	38530	15.01	178.95	217.74	210	01/07/2025	30/07/2025	28	103.69
2	MST-12	38497	14.98	176.24	218.43	210	01/07/2025	30/07/2025	28	104.01
3	MST-13	38487	15.01	178.95	217.50	210	01/07/2025	30/07/2025	28	103.57
4	MST-14	38427	15.01	178.95	217.16	210	01/07/2025	30/07/2025	28	103.41
5	MST-15	38318	15.01	178.95	216.55	210	01/07/2025	30/07/2025	28	103.12
Promedio De Rotura					217.48					103.56

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034	Código	FRM_OR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	08_OR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. G. I. G.
		TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO + 15% CUARCITA
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025
CANTERA	: CABANILLAS		

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²				
1	MST-01	30194	15.01	176.95	170.64	210	01/07/2025	09/07/2025	7	81.26
2	MST-02	30353	15.01	176.95	171.53	210	01/07/2025	09/07/2025	7	81.68
3	MST-03	30386	14.98	176.24	172.41	210	01/07/2025	09/07/2025	7	82.10
4	MST-04	29905	14.98	176.24	169.68	210	01/07/2025	09/07/2025	7	80.80
5	MST-05	30154	15.01	176.95	170.41	210	01/07/2025	09/07/2025	7	81.15
Promedio De Rotura					170.93					81.40

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²				
1	MST-06	34332	15.01	176.95	194.02	210	01/07/2025	16/07/2025	14	92.39
2	MST-07	34248	15.01	176.95	193.55	210	01/07/2025	16/07/2025	14	92.16
3	MST-08	34076	15.01	176.95	192.57	210	01/07/2025	16/07/2025	14	91.70
4	MST-09	34396	15.01	176.95	194.38	210	01/07/2025	16/07/2025	14	92.56
5	MST-10	34287	15.01	176.95	193.77	210	01/07/2025	16/07/2025	14	92.27
Promedio De Rotura					193.66					92.22

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²				
1	MST-11	39768	15.01	176.95	224.74	210	01/07/2025	30/07/2025	28	107.02
2	MST-12	39596	14.98	176.24	224.67	210	01/07/2025	30/07/2025	28	106.98
3	MST-13	39513	15.01	176.95	223.30	210	01/07/2025	30/07/2025	28	106.33
4	MST-14	39867	15.01	176.95	225.30	210	01/07/2025	30/07/2025	28	107.29
5	MST-15	39971	15.01	176.95	225.89	210	01/07/2025	30/07/2025	28	107.57
Promedio De Rotura					224.78					107.04

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

ELABORADO POR: Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR:
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG, GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J.C.I.C.
		TIPO DE MATERIAL	
			CONCRETO + 20% CUARCITA
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025
CANTERA	: CABAMILLAS		

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	29391	15.01	176.95	166.10	210	01/07/2025	09/07/2025	7	79.09
2	MST-02	29392	15.01	176.95	166.10	210	01/07/2025	09/07/2025	7	79.10
3	MST-03	29394	14.98	176.24	166.78	210	01/07/2025	09/07/2025	7	79.42
4	MST-04	29596	14.98	176.24	167.93	210	01/07/2025	09/07/2025	7	79.97
5	MST-05	29497	15.01	176.95	166.70	210	01/07/2025	09/07/2025	7	79.38
Promedio De Rotura					166.72					79.39

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	33443	15.01	176.95	189.00	210	01/07/2025	16/07/2025	14	90.00
2	MST-07	33661	15.01	176.95	190.23	210	01/07/2025	16/07/2025	14	90.59
3	MST-08	33753	15.01	176.95	190.75	210	01/07/2025	16/07/2025	14	90.83
4	MST-09	33855	15.01	176.95	191.38	210	01/07/2025	16/07/2025	14	91.13
5	MST-10	34073	15.01	176.95	192.56	210	01/07/2025	16/07/2025	14	91.69
Promedio De Rotura					190.78					90.85

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	38893	15.01	176.95	219.80	210	01/07/2025	30/07/2025	28	104.66
2	MST-12	38927	14.98	176.24	220.87	210	01/07/2025	30/07/2025	28	105.18
3	MST-13	38868	15.01	176.95	219.86	210	01/07/2025	30/07/2025	28	104.60
4	MST-14	38737	15.01	176.95	218.91	210	01/07/2025	30/07/2025	28	104.25
5	MST-15	39169	15.01	176.95	221.36	210	01/07/2025	30/07/2025	28	105.41
Promedio De Rotura					220.12					104.82

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incazari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC TÉCNICO DE LABORATORIO	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC ESPECIALISTA	 UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034	Código	FRM_GR_EV_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO + 7% SILLAR RECICLADO
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 04/06/2025
CANTERA	: CABANILLAS		

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	28541	15.01	176.95	161.29	210	01/07/2025	09/07/2025	7	76.81
2	MST-02	28847	15.01	176.95	161.89	210	01/07/2025	09/07/2025	7	77.09
3	MST-03	28757	15.01	176.95	162.51	210	01/07/2025	09/07/2025	7	77.39
4	MST-04	28665	15.01	176.95	161.99	210	01/07/2025	09/07/2025	7	77.14
5	MST-05	28467	15.01	176.95	160.88	210	01/07/2025	09/07/2025	7	76.61
Promedio De Rotura					161.71					77.01

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	33073	15.01	176.95	186.91	210	01/07/2025	16/07/2025	14	89.00
2	MST-07	32864	15.01	176.95	185.72	210	01/07/2025	16/07/2025	14	88.44
3	MST-08	33189	15.01	176.95	187.45	210	01/07/2025	16/07/2025	14	89.26
4	MST-09	32867	14.98	176.24	186.49	210	01/07/2025	16/07/2025	14	88.80
5	MST-10	32845	15.01	176.95	185.62	210	01/07/2025	16/07/2025	14	88.39
Promedio De Rotura					186.44					88.76

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	38284	15.01	176.95	216.35	210	01/07/2025	30/07/2025	28	103.03
2	MST-12	38167	15.01	176.95	215.69	210	01/07/2025	30/07/2025	28	102.71
3	MST-13	38012	15.01	176.95	214.82	210	01/07/2025	30/07/2025	28	102.29
4	MST-14	38064	14.98	176.24	215.97	210	01/07/2025	30/07/2025	28	102.84
5	MST-15	38397	15.01	176.95	216.99	210	01/07/2025	30/07/2025	28	103.33
Promedio De Rotura					215.97					102.84

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

ELABORADO POR: Jonathan Carlos Incañari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR:
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034	Código: FRM_GR_EM_104 Versión: V.02 Aprobado: OG_GR Página: 6 de 7
----------------------	--	---

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR REICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
CANTERA	: CASHANILLAS	TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO + 15% SILLAR REICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 04/09/2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	27649	15.01	176.95	156.25	210	01/07/2025	09/07/2025	7	74.41
2	MST-02	27496	15.01	176.95	155.39	210	01/07/2025	09/07/2025	7	73.99
3	MST-03	27635	15.01	176.95	156.17	210	01/07/2025	09/07/2025	7	74.37
4	MST-04	27796	15.01	176.95	157.08	210	01/07/2025	09/07/2025	7	74.80
5	MST-05	27599	15.01	176.95	155.97	210	01/07/2025	09/07/2025	7	74.27
Promedio De Rotura					156.17					74.37

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	31511	14.98	176.24	178.79	210	01/07/2025	16/07/2025	14	85.14
2	MST-07	31993	15.01	176.95	180.80	210	01/07/2025	16/07/2025	14	86.10
3	MST-08	31791	14.98	176.24	180.36	210	01/07/2025	16/07/2025	14	85.90
4	MST-09	31703	14.98	176.24	179.88	210	01/07/2025	16/07/2025	14	85.66
5	MST-10	31655	14.98	176.24	179.61	210	01/07/2025	16/07/2025	14	85.53
Promedio De Rotura					179.69					85.66

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'c Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	37171	15.01	176.95	210.06	210	01/07/2025	30/07/2025	28	100.03
2	MST-12	36966	15.01	176.95	208.91	210	01/07/2025	30/07/2025	28	99.48
3	MST-13	37044	15.01	176.95	209.35	210	01/07/2025	30/07/2025	28	99.69
4	MST-14	37133	14.98	176.24	210.69	210	01/07/2025	30/07/2025	28	100.33
5	MST-15	37147	15.01	176.95	209.93	210	01/07/2025	30/07/2025	28	99.97
Promedio De Rotura					209.79					99.90

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

ELABORADO POR: Jhonatan Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR: GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V.B. CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J.C.L.C.
		TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO + 20% SILLAR RECICLADO
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 04/08/2025
CANTERA	: CABANILLAS		

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	26259	15.01	176.95	148.40	210	01/07/2025	09/07/2025	7	70.67
2	MST-02	26094	15.01	176.95	147.47	210	01/07/2025	09/07/2025	7	70.22
3	MST-03	26235	15.01	176.95	148.26	210	01/07/2025	09/07/2025	7	70.60
4	MST-04	26386	15.01	176.95	149.12	210	01/07/2025	09/07/2025	7	71.01
5	MST-05	26198	15.01	176.95	148.05	210	01/07/2025	09/07/2025	7	70.50
Promedio De Rotura					148.26					70.60

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	30106	14.98	176.24	170.62	210	01/07/2025	16/07/2025	14	81.34
2	MST-07	29859	15.01	176.95	168.74	210	01/07/2025	16/07/2025	14	80.35
3	MST-08	30066	14.98	176.24	170.59	210	01/07/2025	16/07/2025	14	81.24
4	MST-09	29974	14.98	176.24	170.07	210	01/07/2025	16/07/2025	14	80.99
5	MST-10	29939	14.98	176.24	169.87	210	01/07/2025	16/07/2025	14	80.89
Promedio De Rotura					170.02					80.96

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	35737	15.01	176.95	201.96	210	01/07/2025	30/07/2025	28	96.17
2	MST-12	36014	15.01	176.95	203.53	210	01/07/2025	30/07/2025	28	96.92
3	MST-13	35894	15.01	176.95	202.85	210	01/07/2025	30/07/2025	28	96.59
4	MST-14	35769	14.98	176.24	202.95	210	01/07/2025	30/07/2025	28	96.64
5	MST-15	35973	15.01	176.95	203.29	210	01/07/2025	30/07/2025	28	96.81
Promedio De Rotura					202.92					96.63

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

ELABORADO POR: Jonathan Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 309696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR: V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código	FRH_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL, CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
CANTERA	: CABANILLAS	TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO CONVENCIONAL
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/08/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1305.26	19.40	20.10	1 07 2025	9 07 2025	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1326.37	19.65		1 07 2025	9 07 2025	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1389.59	20.72		1 07 2025	9 07 2025	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1399.67	20.29		1 07 2025	9 07 2025	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1374.64	20.43		1 07 2025	9 07 2025	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DÍAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1814.44	26.97	27.14	1 07 2025	16 07 2025	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1878.46	28.02		1 07 2025	16 07 2025	14
3	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1825.47	27.13		1 07 2025	16 07 2025	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1846.62	27.36		1 07 2025	16 07 2025	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1757.27	26.21		1 07 2025	16 07 2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2386.44	35.47	35.21	1 07 2025	30 07 2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2336.67	34.62		1 07 2025	30 07 2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	2408.82	35.93		1 07 2025	30 07 2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2376.37	35.21		1 07 2025	30 07 2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2344.26	34.85		1 07 2025	30 07 2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenci Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GRI
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO + 7% CUARCITA
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 12/06/2025
CANTERA	: CABANILLAS		

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1500.89	22.31	22.30	1 07 2025	9 07 2025	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1482.76	21.97		1 07 2025	9 07 2025	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1472.59	21.82		1 07 2025	9 07 2025	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1561.67	23.14		1 07 2025	9 07 2025	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1499.79	22.29		1 07 2025	9 07 2025	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1944.38	28.90	28.39	1 07 2025	16 07 2025	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1921.59	28.47		1 07 2025	16 07 2025	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1875.67	27.79		1 07 2025	16 07 2025	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1886.48	27.95		1 07 2025	16 07 2025	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1947.37	28.85		1 07 2025	16 07 2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2487.85	36.98	36.98	1 07 2025	30 07 2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2486.37	36.84		1 07 2025	30 07 2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2501.64	37.06		1 07 2025	30 07 2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2489.29	36.88		1 07 2025	30 07 2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2507.41	37.15		1 07 2025	30 07 2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Coaguila Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código	FRM_OR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	00_OR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO NESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR REICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO + 18% CUARCITA
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 12/06/2025
CANTERA	: CABANILLAS		

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1678.33	24.95	25.57	1 07 2025	9 07 2025	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1723.67	25.54		1 07 2025	9 07 2025	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1734.29	25.69		1 07 2025	9 07 2025	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1703.68	25.24		1 07 2025	9 07 2025	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1777.47	26.42		1 07 2025	9 07 2025	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2114.62	31.43	31.22	1 07 2025	16 07 2025	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2098.37	31.06		1 07 2025	16 07 2025	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2147.29	31.81		1 07 2025	16 07 2025	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2083.67	30.87		1 07 2025	16 07 2025	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2088.42	30.94		1 07 2025	16 07 2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2628.35	39.07	39.16	1 07 2025	30 07 2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2609.84	38.66		1 07 2025	30 07 2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2875.59	39.64		1 07 2025	30 07 2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2686.37	39.80		1 07 2025	30 07 2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2612.64	38.71		1 07 2025	30 07 2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Juan Carlos Incauri Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marbo Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código	FRM_GR_EN_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. E. I. G.
GANTERA	: CABAYILLAS	TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO + 20% CUARCITA
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/08/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1557.33	23.15	23.74	1 07 2025	9 07 2025	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1650.46	24.45		1 07 2025	9 07 2025	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1577.59	23.37		1 07 2025	9 07 2025	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1667.67	24.71		1 07 2025	9 07 2025	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1547.54	23.00		1 07 2025	9 07 2025	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2053.67	30.53	30.11	1 07 2025	16 07 2025	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1961.46	29.06		1 07 2025	16 07 2025	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1996.38	29.58		1 07 2025	16 07 2025	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2069.67	30.51		1 07 2025	16 07 2025	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2083.87	30.87		1 07 2025	16 07 2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2513.36	37.36	37.35	1 07 2025	30 07 2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2568.68	38.05		1 07 2025	30 07 2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2504.76	37.11		1 07 2025	30 07 2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2538.49	37.61		1 07 2025	30 07 2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2470.87	36.61		1 07 2025	30 07 2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georasacgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código	FRM_GR_EH_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO + 7% SILLAR RECICLADO
CANTERA	: CABANILLAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/08/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1393.44	20.71	20.83	1 07 2025	9 07 2025	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1402.58	20.78		1 07 2025	9 07 2025	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1419.88	21.04		1 07 2025	9 07 2025	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1367.39	20.26		1 07 2025	9 07 2025	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1437.66	21.37		1 07 2025	9 07 2025	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1879.67	27.94	27.63	1 07 2025	16 07 2025	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1787.57	26.48		1 07 2025	16 07 2025	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1872.81	27.75		1 07 2025	16 07 2025	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1889.73	28.00		1 07 2025	16 07 2025	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1887.81	27.97		1 07 2025	16 07 2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2419.87	35.97	35.32	1 07 2025	30 07 2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2427.96	35.97		1 07 2025	30 07 2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2458.64	36.42		1 07 2025	30 07 2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2479.59	36.73		1 07 2025	30 07 2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2462.82	36.49		1 07 2025	30 07 2025	28

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocent Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION NTP 339.079	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	8 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECIKLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO + 15% SILLAR RECIKLADO
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/08/2025
CANTERA	: CABANILLAS		

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1168.96	17.38	17.99	1 07 2025	9 07 2025	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1209.84	17.92		1 07 2025	9 07 2025	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1216.96	18.03		1 07 2025	9 07 2025	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1186.78	17.58		1 07 2025	9 07 2025	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1279.67	19.02		1 07 2025	9 07 2025	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1643.38	24.43	24.16	1 07 2025	16 07 2025	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1615.88	23.94		1 07 2025	16 07 2025	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1635.79	24.23		1 07 2025	16 07 2025	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1583.68	23.46		1 07 2025	16 07 2025	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1669.72	24.74		1 07 2025	16 07 2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2272.69	33.78	34.49	1 07 2025	30 07 2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2312.44	34.26		1 07 2025	30 07 2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2327.52	34.48		1 07 2025	30 07 2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2358.61	34.94		1 07 2025	30 07 2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2362.78	35.00		1 07 2025	30 07 2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR: Jonathan Carlos Incaocari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR: V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 339.079	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GO_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Sr. ALBERTO MESTAS MACEDO	FECHA MUESTREO	: 01/07/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA INCORPORACIÓN DE GUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025	MUESTREADO POR	: A.M.M.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
CANTERA	: CABANILLAS	TIPO DE MATERIAL	: CONCRETO + 35% SILLAR RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1082.65	16.09	15.51	1 07 2025	9 07 2025	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1004.73	14.88		1 07 2025	9 07 2025	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1014.62	15.03		1 07 2025	9 07 2025	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1097.84	16.26		1 07 2025	9 07 2025	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1027.74	15.28		1 07 2025	9 07 2025	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1471.45	21.87	21.87	1 07 2025	16 07 2025	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1487.63	22.04		1 07 2025	16 07 2025	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1489.84	22.07		1 07 2025	16 07 2025	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1484.67	22.00		1 07 2025	16 07 2025	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1442.39	21.37		1 07 2025	16 07 2025	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2007.41	29.84	30.41	1 07 2025	30 07 2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2101.32	31.13		1 07 2025	30 07 2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2019.45	29.92		1 07 2025	30 07 2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2006.52	29.73		1 07 2025	30 07 2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2122.61	31.45		1 07 2025	30 07 2025	28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 30-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ALBERTO MESTAS MACEDO
Dirección: Av. FERROCARRIL 897
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 41797224
Teléfono: 950 525 000 email: betomestas1000@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA
INCORPORACIÓN DE CUARCITA Y SILLAR RECICLADO EN PORCENTAJES
VARIABLES EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO CONVENCIONAL, CUARSITA, PROPIEDADES DEL CONCRETO, SILLAR
RECICLADO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Titulo ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

Firma de Autor



huella digital

30-12-2025

Fecha