

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Resistencia mecánica de concreto modificado con
sillar reciclado como parte del agregado grueso,
Arequipa 2021**

Elvio Ferdinand Huamán Casaperalta

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Arequipa, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

DPI-EHUAMAN-2021-UC

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	3%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.royalhydraulics.com Fuente de Internet	1%
9	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%

10	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1 %
11	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Nacional Autónoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Perú Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.cuc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
19	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	Swapan Basu, Ajay Kumar Debnath. "General Instruments", Elsevier BV, 2015 Publicación	<1 %
28	dspace.udla.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
30	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

32	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.ulasamericas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
35	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
37	repositorio.ulc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to Universidad Estatal a Distancia Trabajo del estudiante	<1 %
39	preguntar-equipo.fun Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
41	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1 %

43	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
45	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
46	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
47	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
48	futur.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
49	1library.co Fuente de Internet	<1 %
50	aapa-ports.org Fuente de Internet	<1 %
51	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
52	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
53	inba.info Fuente de Internet	<1 %
54	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

<1 %

55

reformafinanzas.wordpress.com

Fuente de Internet

<1 %

56

repositorio.ufpso.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

57

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

58

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

59

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

60

www.abastur.com

Fuente de Internet

<1 %

61

www.jetmar.com.uy

Fuente de Internet

<1 %

62

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

63

FIDEL SALAS VICENTE. "Investigación y modelización de la adherencia, el desgaste y la fenomenología de daño asociada a la rodadura en contactos rueda-carril de aceros al carbono y bainíticos.", Universitat Politecnica de Valencia, 2015

Publicación

<1 %

64 José Manuel Gutiérrez Moreno, Alejandro Mungaray Moctezuma, Michelle Hallack Alegría. "Reuse of Hydraulic Concrete Waste as a New Material in Construction Procedures: a Sustainable Alternative in Northwest Mexico", Revista de la construcción, 2015
Publicación <1 %

65 dspace.unl.edu.ec
Fuente de Internet <1 %

66 informatica.upla.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

67 repositorio.upagu.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

68 repositorio.upn.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

69 slidehtml5.com
Fuente de Internet <1 %

70 www.cucs.udg.mx
Fuente de Internet <1 %

71 www.one.cu
Fuente de Internet <1 %

72 www.repositorio.upla.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

73 qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

74

repositorio.ulatina.ac.cr

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

AGRADECIMIENTO

Al Divino Hacedor, porque Él es mi guía en todas las actividades que desarrollo todos los días.

A mis respetados padres, hermanos y amigos, por el apoyo desinteresado y motivación permanente que me brindaron para lograr mi anhelado propósito.

Al Dr. Ing. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta, quien con su asesoría y orientación me ayudó a concluir este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Al Sr. Aurelio, mi padre, quien fue y sigue siendo mi soporte en todo aspecto, pues sin su esfuerzo por sacar adelante a sus hijos nada de esto se hubiese logrado.

A mi madre, hermanos y tías, por motivarme en mis estudios, que son una tarea nada fácil. El apoyo de todos ellos ha sido y sigue siendo muy importante para mí.

A mis amigos, por brindarme su confianza y compañerismo.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.1. Problema general	4
1.1.2. Problemas específicos	4
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos.	5
1.3. Justificación e importancia de la investigación	5
1.3.1. Justificación teórica	5
1.3.2. Justificación práctica	5
1.3.3. Justificación metodológica	6
1.4. Delimitación.....	6
1.4.1. Delimitación conceptual	6
1.4.2. Delimitación espacial.....	6
1.4.3. Delimitación temporal.....	6
1.5. Importancia	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes del problema.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales	10
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Sillar (ignimbrita).....	12
2.2.2 Resistencia mecánica	14
2.3. Definición de términos básicos.....	17
CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	19
3.1. Hipótesis y descripción de variables	19
3.1.1. Hipótesis general.....	19
3.1.2 Hipótesis específica.....	19

3.2. Variables	19
3.2.1. Sillar reciclado	19
3.2.2. Resistencia mecánica	20
3.3 Operacionalización de variables	20
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	22
4.1. Método de la investigación	22
4.2. Tipo de investigación	22
4.3. Nivel de investigación	23
4.4. Diseño de la Investigación	23
4.5. Población, muestra y muestreo	23
4.5.1. Población	23
4.5.2. Muestra	24
4.5.3. Muestreo	25
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
4.6.1. Técnica	25
4.6.2. Instrumento de recolección de datos	25
4.6.2.2. <i>Confiabilidad.</i>	26
4.7. Métodos de análisis	26
4.8. Aspectos éticos	27
CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	28
5.1. Estudios previos	28
5.1.1. Estudios de laboratorio	28
5.2. Análisis de la Información	29
5.2.1. Resultados de los parámetros del agregado grueso	29
5.2.2. Propiedades físicas de la arena	30
5.2.3. Dosificaciones de concreto según ACI-211	32
5.2.4 Preparación de concreto y obtención de muestras	32
5.2.5. Curado de los especímenes del concreto	32
5.2.6. Asentamiento (Slump) - Método del cono de Abrams	33
5.3. Resultados de los objetivos planteados	33
5.3.1. Variación de la resistencia a la compresión del concreto	33
5.3.2. Variación de la resistencia a la flexión del concreto	37
5.3.3. Variación de la resistencia a la tracción del concreto	39
5.3.4. Evaluación de costos del concreto	42
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	44
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	50

REFERENCIAS	51
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA	56
ANEXO 2. INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN VALIDADO	57
ANEXO 3. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO	60
ANEXO 4. MEMORIA DE CÁLCULO	68
ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimiento de clasificación para agregados gruesos	15
Tabla 2. Análisis del tamizado – Agregado fino	16
Tabla 3. Cuadro de operacionalización de variables.....	21
Tabla 4. Cantidad de especímenes para el ensayo de compresión	24
Tabla 5. Cantidad de especímenes para el ensayo de tracción	24
Tabla 6. Cantidad de especímenes para el ensayo de flexión	24
Tabla 7. Validez emitida por expertos en el tema	26
Tabla 8. Peso específico de agregado grueso.	29
Tabla 9. Porcentaje de Absorción del sillar reciclado en sustitución del agregado grueso.	30
Tabla 10. Contenido de humedad en la mezcla de agregado grueso sustituido con sillar reciclado	31
Tabla 11. Propiedades físicas de la arena gruesa para el diseño de mezcla.	31
Tabla 12. Dosificación para una bolsa de cemento para diferentes porcentajes de adición de sillar	32
Tabla 13. Número de capas requeridas por espécimen	32
Tabla 14. Período de curado de las probetas de concreto.	33
Tabla 15. Periodo de curado de los prismas de concreto.	33
Tabla 16. Asentamientos según la consistencia de la mezcla de concreto.....	33
Tabla 17. Resistencia a la compresión a los 07 días de curado.....	34
Tabla 18. Resistencia a la compresión a los 14 días de curado.....	36
Tabla 19. Resistencia a la compresión a los 28 días de curado.....	37
Tabla 20. Resistencia a la flexión a los 14 días de curado	38
Tabla 21. Resistencia a la flexión a los 28 días de curado	39
Tabla 22. Resistencia a la tracción a los 7 días de curado	40
Tabla 23. Resistencia a la tracción a los 14 días de curado.....	41
Tabla 24. Resistencia a la tracción a los 28 días para diferentes porcentajes de sillar reciclado	42
Tabla 25. Comparativo de costos de 1m ³ de concreto.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medidas de un testigo de concreto para el ensayo de compresión.	16
Figura 2. Prueba de ensayo para calcular la resistencia a flexión.....	17
Figura 3. Niveles de validez	25
Figura 4. Interpretación de un coeficiente de confiabilidad	26
Figura 5. Variación del peso específico.....	29
Figura 6. Variación del porcentaje de absorción	30
Figura 7. Contenido de humedad en la mezcla de agregado grueso sustituido con sillar reciclado	31
Figura 8. Variación del Slump de acuerdo con el % de adición de sillar	34
Figura 9. Comportamiento de la resistencia a la compresión a los 7 días	34
Figura 10. Comportamiento del esfuerzo a la compresión a los 14 días de curado	35
Figura 11. Comportamiento de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado	36
Figura 12. Comportamiento de la resistencia a la flexión a los 14 días.....	37
Figura 13. Comportamiento de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado	38
Figura 14. Comportamiento de la resistencia a la tracción a los 07 días de curado	39
Figura 15. Comportamiento de la resistencia a la tracción indirecta a los 14 días	40
Figura 16. Comportamiento de la resistencia a la tracción indirecta a los 28 días.	41
Figura 17. Comparación de costos.....	43

RESUMEN

Esta investigación, titulada *Resistencia mecánica de concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021*, tiene como objetivo analizar la variación de la resistencia mecánica del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, por medio de una metodología científica de tipo aplicada, con nivel explicativo y diseño experimental.

A una edad de 28 días, el valor máximo obtenido de la resistencia a la compresión fue $296 \text{ kg/cm}^2 \pm 42 \text{ kg/cm}^2$. En cuanto a la resistencia a la tracción indirecta, en la misma cantidad de días, el valor máximo fue $27 \text{ kg/cm}^2 \pm 3.5 \text{ kg/cm}^2$; y con relación a la resistencia a la flexión, el máximo valor fue $31 \text{ kg/cm}^2 \pm 2.6 \text{ kg/cm}^2$.

Esta investigación muestra como conclusión que, con una adición de 15 % de sillar a 30 % de sillar reciclado, los valores superiores a esta tienden a disminuir la resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión.

Palabras claves: Sillar, resistencia, compresión, tracción, flexión.

ABSTRACT

This research, entitled “Mechanical resistance of modified concrete with recycled ashlar as part of the coarse aggregate, Arequipa 2021”, aims to analyze the variation of the mechanical resistance of modified concrete with recycled ashlar as part of the coarse aggregate, through a scientific methodology of applied type, with explanatory level and experimental design.

At an age of 28 days, the maximum value obtained for the compressive strength was $296 \text{ kg/cm}^2 \pm 42 \text{ kg/cm}^2$. Regarding the resistance to indirect traction, in the same number of days, the maximum value was $27 \text{ kg/cm}^2 \pm 3.5 \text{ kg/cm}^2$; and in relation to the flexural strength, the maximum value was $31 \text{ kg/cm}^2 \pm 2.6 \text{ kg/cm}^2$.

This research shows as a conclusion that, with an addition of 15% ashlar to 30% recycled ashlar, values higher than this tends to decrease the resistance to compression, indirect traction and bending.

Keywords: Ashlar, resistance, compression, traction, bending.

INTRODUCCIÓN

El conjunto de actividades afines a la fabricación de los materiales de construcción produce grandes cantidades de desperdicios. Por lo general, al no ser reutilizados ni reciclados, ocasionan perjuicios en el lugar donde se desarrollan estas labores.

En esta investigación se busca la solución del problema, planteando como alternativa utilizar los residuos de sillar de la cantera de Añashuayco como parte del agregado grueso en la elaboración de concretos modificados. Para ello, se revisaron las teorías de la resistencia mecánica del concreto, agregados y diseños de mezcla; las cuales están relacionadas con las variables sillar reciclado y resistencia mecánica del concreto modificado.

Esta investigación es importante porque existe la necesidad de darle un uso sostenible a los residuos del sillar de la cantera de Añashuayco como parte del agregado grueso para la elaboración de concretos modificados. También la población y los trabajadores que se encuentren dentro de la zona del problema se verán beneficiados con la paulatina reducción de las inmensas cantidades de restos de sillar que allí se encuentran.

El desarrollo de la investigación va como sigue:

En el Capítulo I se define el problema de investigación, los objetivos, la justificación, la delimitación y su importancia.

En el Capítulo II se aborda el marco teórico, los antecedentes internacionales y nacionales, y las bases teóricas y definiciones de los términos básicos utilizados en esta investigación.

En el Capítulo III se aborda la formulación de las hipótesis de la investigación, las variables independiente y dependiente y se presenta el cuadro de operacionalización de variables.

En el Capítulo IV se expone el método, el tipo, el nivel y el diseño de la investigación; y se determina la población del estudio, la muestra y el muestreo, cuya información es evaluada con los instrumentos de recopilación de datos.

En el Capítulo V se analizan e interpretan los resultados en la investigación; y en el Capítulo se discute y contrasta lo hallado con las conclusiones de los autores consignados como antecedentes internacionales y nacionales.

Casi finalizando, se presentan las conclusiones y recomendaciones, así como las referencias consultadas para el desarrollo de esta investigación.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

Las diversas actividades relacionadas con la elaboración y/o fabricación de los materiales de construcción producen grandes cantidades de residuos. Por lo general, estos no son reciclados ni reutilizados por quienes se dedican a esta importante actividad económica, ocasionando un daño perjudicial a los pobladores del lugar donde se desarrollan estas labores.

En el mundo, los organismos internacionales establecen criterios y normas para fomentar la sostenibilidad de las actividades, más aún si estas producen un desequilibrio al ecosistema del lugar. De acuerdo con Herrera [1], «Antes del 2020, se aumentarán hasta un mínimo del 70 % de su peso en la preparación para reutilizarlas, el reciclado y valorización de materiales, tomando en cuenta los trabajos de relleno que utilicen residuos como sucedáneos de otros materiales» (p. 17). Así como hay normas internacionales, también existen muchos estudios o investigaciones sobre el reciclado y reutilización de materiales, con el fin de reducir la huella de carbono originada por su fabricación.

El Perú no es ajeno en cuanto a la protección y sostenibilidad del medio ambiente, ya que mediante leyes –como el D.S. 019-2020-PCM [2]–, se busca:

[...] mitigar y prevenir el efecto ocasionado por los ecosistemas, también de proteger la salud tanto del medio ambiente y de las personas; por la existencia de los pasivos ambientales encontrados en el ámbito continental y el zócalo marino de la superficie peruana. (p. 63)

Existen estudios que consideran la incorporación de desechos de materiales de construcción (RCD) como porcentaje del agregado grueso menor al 15 %, dando como resultado que haya una disminución mínima de la resistencia a compresión. Asimismo, el uso de las inmensas cantidades de residuos de materiales de construcción disminuiría su acumulación y coadyuvaría en forma significativa en la reducción de la contaminación ambiental del lugar donde se llevan a cabo estas actividades.

En la provincia de Arequipa está ubicada la quebrada de Añashuayco. Allí se encuentra una cantera en donde se generan residuos de material por la partición de roca característica del lugar para la elaboración de sillar tipo bloque y diferentes tipos de esculturas –los cuales se han estado acumulando incluso antes de la llegada de los españoles, e intensificando con ellos–. Este problema se presenta al no existir una metodología de reciclado de los residuos de sillar, y mucho menos para utilizarlos como agregado en la elaboración de otros materiales de construcción, lo cual genera su acumulación en forma de montículos, en diferentes partes de la cantera de Añashuayco.

Esta situación perjudica de manera directa a los pobladores que viven cerca de la quebrada y más aún a los talladores, debido a las partículas suspendidas que se generan por la meteorización de dichos residuos. Además, debido a su antigüedad y tradición, la cantera forma parte del circuito turístico de la ciudad de Arequipa, por lo que es necesario disminuir la contaminación dando uso a estos residuos mediante la elaboración de nuevos materiales. En esta investigación los restos del sillar están considerados como un porcentaje del agregado grueso en la elaboración de concretos modificados para, de esta forma, darle sostenibilidad a las actividades productivas de la cantera de Añashuayco.

1.1.1. Problema general

¿Cuánto varía la resistencia mecánica del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021?
- ¿Qué tanto varía la resistencia a la flexión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021?

- ¿En qué cantidad varía la resistencia a la tracción del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021?
- ¿Cuánto será el costo del concreto modificado con sillar reciclado?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar la variación de la resistencia mecánica del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Calcular la variación de la resistencia a la compresión del concreto con la adición de sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021.
- Determinar la variación de la resistencia a la flexión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021.
- Estimar la variación de la resistencia a la tracción del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021.
- Determinar el costo del concreto modificado con sillar reciclado

1.3. Justificación e importancia de la investigación

1.3.1. Justificación teórica

El tema del sillar reciclado, materia de la presente investigación, se investiga con el fin de aportar a los estudios que ya existen, de profesionales en el uso de estos residuos para la elaboración de concretos modificados con sillar reciclado como parte del agregado grueso. El sillar reciclado como parte del árido grueso es idóneo para la elaboración de concretos modificados. Por tal motivo, es necesario que otras personas dedicadas a la investigación de los materiales de construcción lleven a cabo más estudios sobre el uso pertinente de estos residuos acumulados en grandes cantidades en la cantera de Añashuayco, cuyos resultados positivos generarían beneficios en la salud de los pobladores del lugar y la reducción de la contaminación del medio ambiente en general.

1.3.2. Justificación práctica

Se lleva a cabo la investigación porque hay una necesidad de disminuir las grandes cantidades acumuladas de restos de sillar en la cantera de Añashuayco y darles un uso sostenible, como parte del agregado grueso en la elaboración de concretos modificados. La incorporación parcial del árido grueso por sillar reciclado constituye

una alternativa de sostenibilidad para los desperdicios provenientes de la cantera. De igual forma, la población y trabajadores que se encuentren dentro de la zona considerada como problema del estudio se verán beneficiados con la paulatina reducción de los desperdicios del sillar que allí se encuentran acumulados en grandes cantidades.

1.3.3. Justificación metodológica

Esta investigación propone una metodología de sustitución parcial de un componente convencional como guía para la elaboración de concretos modificados con materiales de construcción reciclables que, una vez demostrada su validez, pueden ser utilizados en otros trabajos de investigación e incluso aplicados por ejecutores de diferentes tipos de proyectos de construcción. Esto se realizará mediante una ficha de recolección de información obtenida de los ensayos que se desarrollarán en un laboratorio de concreto; su procesamiento en un programa estadístico que medirá, comparará y ordenará los valores obtenidos; y, con ello, elaborar un informe detallado de los resultados y conclusiones de esta investigación.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación conceptual

En esta investigación se tomará en cuenta las teorías relacionadas con los concretos modificados para analizar la resistencia mecánica del concreto con sillar reciclado como parte del agregado grueso, para distintas dosificaciones y poder analizar su variación.

1.4.2. Delimitación espacial

El presente estudio se desarrolla en la cantera de Añashuayco, distrito de Cerro Colorado, Arequipa; porque allí se encuentra la cantera de sillar más grande y representativa de esta región. Asimismo, es el lugar donde se da más acumulación de desperdicios en forma de grandes montículos desde tiempos remotos hasta la actualidad, y cuya solución es su uso como material en la fabricación de concretos modificados.

1.4.3. Delimitación temporal

El tiempo aproximado para desarrollar esta investigación es de cuatro meses. En ese lapso se recopilará la información teórica necesaria, se llevarán a cabo los trabajos de laboratorio, la redacción del informe y otros. En total, son 16 semanas, desde el mes de octubre de 2021, hasta enero de 2022.

1.5. Importancia

Esta investigación es importante porque el objetivo es aprovechar la existencia de grandes cantidades acumuladas de residuos de sillar proveniente de la cantera de Añashuayco, como parte del agregado grueso para la fabricación de concretos modificados, para analizar su resistencia mecánica; y si este se encuentra apto, según los parámetros de las normas técnicas peruanas e internacionales para el concreto estructural, se generalizaría su uso. Esto, sobre la base de una dosificación óptima para el diseño de la mezcla. Además, es importante para innovar y mejorar la sostenibilidad de los recursos empleados en el campo de la construcción para, así, aminorar la huella de carbono que dejan estas actividades en el planeta. Asimismo, el uso de los residuos de sillar reciclado en la elaboración de concretos modificados, puede disminuir la contaminación del medio ambiente al mejorarse la calidad del aire en beneficio de los pobladores del lugar, de sus alrededores y de los turistas nacionales y extranjeros que visitan durante todo el año la cantera de Añashuayco.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

Se revisó el artículo de Flores et al. [3], *Concreto con árido reciclado: una opción para construcción con criterio de sostenibilidad*, cuyo objetivo principal fue realizar una evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un agregado grueso reciclado conformado por la desintegración de escombros de concreto, adoquines y testigos. El proyecto es de diseño experimental, ya que se hizo un estudio de casos-controles. La muestra incluyó 18 especímenes cilíndricos y 18 especímenes prismáticos tipo viga provenientes de dos tipos de mezclas de concreto, uno sin RCD y tres mezclas de concreto con diferentes dosificaciones de RCD. Los resultados obtenidos en el diseño de mezcla adicionando un 100 % de agregado grueso por agregado RCD con tamaño de partículas que van desde la ½" hasta 4.75 mm, para las pruebas de flexión y compresión a 28 días de curado, fueron de entre 4111 psi (289 kg/cm²) y 600 psi (42.18 kg/cm²) respectivamente, superando la resistencia diseñada con el agregado grueso. Se llegó a la conclusión de que el diseño de mezcla con el 100 % de incorporación del grueso RCD era ideal, debido a que cumplía con lo requerido para diseñar un concreto de buena calidad [3].

También está la tesis de posgrado de Contreras [4], *Evaluación de agregados reciclados, para su implementación en pavimentos rígidos*, que tuvo por objetivo determinar la factibilidad del uso de agregados gruesos reciclados en la fabricación de

mezclas de concreto para una estructura de pavimento; analizando sus características fisicoquímicas para encontrar la proporción óptima usando el método de diseño ACI. La metodología empleada identificó los vertederos de RCD para luego acopiar el material en forma selectiva y después triturarlo. Una vez obtenido el material que se asemeje a la grava natural, se realizó la caracterización física, química y geométrica, teniendo como control el agregado natural común. Con toda la información y datos obtenidos previamente, se realizó un diseño de mezcla conforme a lo especificado en el ACI 211 [5]. Posterior a ello, se realizó el vaciado de las probetas cilíndricas y vigas prismáticas; y se llevó a cabo la ruptura para determinar la compresión y la flexión, a la edad de 28 días, obteniendo como resultado que el uso de áridos reciclados disminuía la resistencia a la compresión entre un 2.5 % y un 16 % cuando la sustitución era del 100 % respecto del concreto o muestra patrón. El valor alcanzando del concreto con RCD fue de 335.25 kg/cm²; y para el concreto patrón, de 379.75 kg/cm², teniendo un porcentaje de disminución en la resistencia del 11.71 %. El módulo de ruptura fue 47.84 kg/cm² para la viga elaborada con material reciclado; y 48.83 kg/cm² para la viga hecha con el agregado natural común. Con dicho procedimiento, se observó una disminución porcentual de 2.03 % del primero respecto al segundo. El investigador concluyó que los áridos gruesos reciclados podían reutilizarse en la fabricación de concretos para pavimentos rígidos; y recomendó que estos provengan de concretos estructurales, debido a que cumplen con las especificaciones de los agregados naturales y con un TMN del ¾"; esto, para no incrementar la cantidad de cemento. También debido, a las altas absorciones de los agregados reciclados, se debía prestar atención y por ende optar por aditivos que contrarresten la pérdida del agua durante las mezclas de concreto o en su defecto realizar una inmersión previa de los agregados reciclados [4].

Asimismo, se revisó la investigación de Remolina [6], *Determinación de parámetros físico-mecánicos y de durabilidad en concreto reciclado con residuos de construcción y demolición (RCD)*, cuyo objetivo fue determinar y evaluar las propiedades mecánicas y físicas del concreto variando porcentajes de RCD como sustituto de agregado grueso, con el fin de establecer su viabilidad de uso en una estructura de pavimento rígido con un bajo volumen de tránsito. La metodología empleada consideró cuatro fases: análisis y obtención de los materiales; diseño de mezcla y la caracterización de los materiales, ensayos al concreto fresco y endurecido; y el análisis final. Asimismo, se elaboraron tres diseños de concreto con diferentes porcentajes de sustitución de agregados reciclados: 0 %, 50 % y 100 %; cada uno de ellos con seis especímenes cilíndricos y seis de tipo vigueta. Los especímenes

cilíndricos curados a 7, 14 y 28 días han sido ensayados a compresión. A la edad de 28 días, para el CC, se obtuvo como resultado una resistencia de 31.47 Mpa. Para el CAR50, a los 28 días, se logró una resistencia de 28.23 Mpa. Por último, en el CAR100, a la edad de 28 días, se tuvo una resistencia de 22.54 Mpa.

A su vez, los especímenes tipo vigueta, a las edades de 7, 14 y 28 días, fueron sometidos al ensayo de resistencia a la flexión. A la edad de 28 días, en el diseño CC se obtuvo una resistencia de 5.93 Mpa. En el CAR50, a una edad de 28 días, la resistencia fue 4.59 Mpa; y en el CAR100, luego de 28 días, una resistencia de 4.42Mpa. Según los resultados del ensayo de compresión, los tres diseños de concreto no alcanzaron la resistencia de diseño 34 Mpa; sin embargo, con respecto de la resistencia a la flexión superaron los 3.8 Mpa, porque se logró 156 %, 121 % y 116% para las muestras CC, CAR50 y CAR100, respectivamente. Sobre la base de lo hallado en resistencia a la compresión y flexión, el autor concluyó que el uso del concreto con agregado reciclado era viable en la construcción de pavimentos urbanos de bajo tránsito [6].

2.1.2. Antecedentes nacionales

Se revisó la tesis de Meza [7], *Estudio de las características del concreto reciclado fresco y endurecido, con sustitución parcial y total del agregado grueso*, que tuvo por objetivo analizar la influencia de diversos porcentajes de agregado grueso natural por agregado reciclado. La investigación se realizó aplicando una metodología experimental e involucró la caracterización de los materiales y el diseño de mezclas bajo la norma ACI. Para la comprobación de la resistencia a compresión y flexión, los diseños de mezcla realizados sustituyendo el agregado natural fueron con variaciones al 0 %, 20 %, 50 % y 100 % de árido reciclado. Los resultados evidencian que las pérdidas de compresión del concreto adicionando un 20 % de agregado reciclado oscilaron entre 1 % y 5 %; cuando se incorporó un 50 %, varió entre 1 % y 15 %; y cuando fue 100 %, entre 1 % y 25 %. En cuanto a la resistencia a la flexión, cuando se sustituyó un 20 % de agregado natural por árido reciclado, la resistencia se incrementó entre 1 % y 9 %; no obstante, cuando la sustitución fue de 50 %, la resistencia disminuyó entre 1 % y 8 %; y cuando se sustituyó al 100 %, la resistencia a flexión decayó entre 5 % y 15 % [7].

También está la tesis de Quispe [8], *Influencia del sillar en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ para cercos prefabricados, Arequipa 2021*, cuyo fin fue evaluar la influencia del sillar en el concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, en sus propiedades, para cercos prefabricados en la ciudad de Arequipa. La

metodología fue de tipo aplicada, porque se basó en conocimientos ya establecidos y validados mediante un diseño experimental mediante ensayos en laboratorio de un total de 36 especímenes cilíndricos y cuatro especímenes prismáticos tipo viga, para hallar las resistencias a flexión y compresión. Cabe precisar que este conjunto de muestras se dividió en tres grupos experimentales y uno de control. Los resultados obtenidos de los cuatro grupos de muestras tuvieron una relación de agua cemento de 0.628. La resistencia a la compresión del concreto patrón con un TMN de $\frac{3}{4}$ " para las edades de 7, 14 y 28 días fue de 108.3 kg/cm², 142.1 kg/cm² y 191.7 kg/cm², según el orden dado. La resistencia a la compresión del concreto con sillar de TMN de $\frac{3}{4}$ ", 89.7 kg/cm², 107.7 kg/cm² y 133.5 kg/cm²; la resistencia a la compresión del concreto con sillar de TMN de $\frac{1}{2}$ " fue de 108.7 kg/cm², 131.5 kg/cm² y 178.4 kg/cm²; y la resistencia a la compresión del concreto con sillar de TMN de $\frac{3}{8}$ " fue de 77.2 kg/cm², 88.0 kg/cm² y 109.1 kg/cm², respectivamente. Asimismo, la resistencia a la flexión del concreto patrón y de los tres diseños de concreto con sillar reciclado para un curado de 28 días fueron de 45.9 kg/cm², 59.8 kg/cm², 44 kg/cm² y 37.3 kg/cm² con TMN de $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{4}$ ". $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ ", respectivamente. Por último, el autor concluyó que el uso del sillar de TNM de $\frac{1}{2}$ " como reemplazo del agregado grueso convencional desarrolló una resistencia a compresión de 178.4 kg/cm², superando en 2 % a la resistencia de diseño; y que la resistencia a flexión del concreto con sillar de TMN $\frac{1}{2}$ tuvo mejores resultados, superando a la resistencia de diseño en 34 %. Es decir, que el concreto elaborado con sillar de TMN de $\frac{1}{2}$ " era adecuado para elaborar paneles de cercos prefabricados [8].

Finalmente, se revisó la tesis de Alave y Mendoza [9], *Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto de $f_c = 175$ kg/cm² para muros de tabiquerías en edificación en la ciudad de Tacna*, que tuvo por objetivo determinar la influencia de un sillar como sustituto del árido grueso en el mejoramiento de sus propiedades del concreto $f_c = 175$ kg/cm² en muros de tabiquería para edificaciones. La metodología empleada en la investigación fue de tipo aplicada con diseño experimental, y se realizó en un laboratorio a partir del análisis de 45 especímenes divididos en tres grupos: concreto patrón, concretos con sillar blanco como agregado grueso y concreto con sillar rosa como agregado grueso. Como resultado se tuvo que la resistencia a compresión para el concreto patrón a edades de 7, 14 y 28 días fue de 144.2 kg/cm², 195.62 kg/cm² y 217.09 kg/cm², respectivamente. La resistencia a compresión del concreto con sillar blanco como sustituto del agregado grueso a los 7, 14 y 28 días fue de 56.49kg/cm², 69.11 kg/cm² y 82.05 kg/cm², y la resistencia a compresión del concreto con sillar rosado como sustituto del

agregado grueso a los 7, 14 y 28 días han sido de 99.88 kg/cm², 110.76kg/cm² y 137.98kg/cm²; todos los valores anteriores según el orden de días dado. Al final, el investigador concluyó que el concreto con sillar reciclado no alcanzó la resistencia de diseño establecida por la norma ACI 211. Lo anterior, debido a que la resistencia a compresión del diseño de mezcla con sillar rosado alcanzó un 78.33 % de la resistencia de diseño; y el diseño de mezcla con sillar blanco alcanzó un 46.89 %; mientras que el concreto patrón sobrepasó en un 24.05 % la resistencia de diseño. O sea, según estos resultados, que el concreto con sillar no se podría utilizar en elementos estructurales, aunque sí era posible su uso en la construcción de muros no portantes [9].

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sillar (ignimbrita)

Son partículas que fueron expulsadas hacia la atmósfera por erupciones volcánicas que, al perder suspensión, cayeron a la superficie y formaron depósitos y rocas piroclásticas [10].

2.2.1.1. Propiedades físicas.

Según Rodríguez [11], «Estan formadas por la composición fábrica, historia geológica, mineralógica ambiental y deformacional que incluyen procesos de meteorización y alteración» (p. 46).

2.2.1.1.1. Peso específico.

De acuerdo con Pasquel [12], «Es el resultado de la división del peso de cada partícula sobre su volumen evitando considerar el volumen de vacíos entre cada una de ellas» (p. 66). El peso específico se establece según las siguientes fórmula:

$$\text{Peso específico seco} = Y_d = \frac{W_s}{V} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

$$\text{Peso específico húmedo} = Y_h = \frac{W}{V} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

$$\text{Peso total de la muestra} = W = W_s + W_w \quad (\text{Ec. 2.3})$$

Donde:

W: Peso total

W_s: Peso de los sólidos

V: Volumen total

2.2.1.1.2. *Absorción.*

Abanto [13] sostuvo que «[...] es la cantidad de agua que un árido necesita para pasar de la condición seca a una condición saturada (p. 53). Se expresa en porcentajes y según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Absorción} = \%a = \frac{P_{SSS} - P_s}{P_s} \quad (\text{Ec. 2.4})$$

Donde:

P_{SSS} : Peso saturado y de superficie seca

P_s : Peso seco

2.2.1.1.3. *Dureza.*

Pasquel [12] indicó que:

La dureza de los agregados se cuantifica mediante la prueba de los ángeles en laboratorio, es aquel que mide la resistencia al desgaste mediante el roce de las partículas sobre otras o mediante agentes externos, [...] un concreto con una baja resistencia son producidos por el desgaste alto de agregados (> 50 %). (p. 32)

La dureza se calcula con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Donde:

P_i : Peso seco inicial

P_f : Peso seco final

2.2.1.2. **Granulometría.**

Es la medición de partículas y cálculo porcentual en una muestra, por medio de tamices de mayor a menor abertura, estandarizados [14].

2.2.1.2.1. *Agregado grueso.*

De acuerdo con Gutiérrez [14], como tal «se considera al árido retenido en el tamiz N° 4, de un tamaño entre 7.6 cm y 4.76 mm» (p. 44).

Los requerimientos de clasificación para agregados gruesos y el análisis del tamizado de agregado fino se presentan en las tablas 1 y 2, respectivamente.

2.2.1.3. Dosificación de las mezclas de concreto.

Al respecto, Gutiérrez [14] sostuvo que con la dosificación de mezclas «[...] se trata de encontrar un concreto que posea una durabilidad, impermeabilidad, manejabilidad y resistencia adecuado y especificado según norma para una estructura, mediante diferentes dosificaciones económicas de agregado grueso, fino, cemento y agua» (p. 35).

2.2.2 Resistencia mecánica

Es la capacidad que tienen el concreto –u otro material– de soportar una carga –o fuerzas de corte, compresión, flexión y tracción– [12].

2.2.2.1. Tipos de resistencia mecánica.

2.2.2.1.1. Resistencia a la compresión.

Es la principal característica mecánica del concreto. Se usa para medir su calidad y se expresa en Mpa o kg/cm²; según Gutiérrez [14] «para medir esta propiedad es necesario elaborar especímenes cilindricos con las mezclas usadas en una estructura» (p. X). Véase la Figura 1.

Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{P}{S} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Donde:

f'c: Resistencia a compresión (kg/cm²)

P: Fuerza (kg)

S: Superficie (cm²)

2.2.2.1.2. Resistencia a la flexión.

De acuerdo con Gutiérrez [14], es la medida a la tracción del concreto. Se realiza en especímenes prismáticos o vigas de 15 cm x 15 cm x 50 cm. Por ejemplo, se usa en la construcción de losas para carreteras o pistas de aeropuertos.

Se realiza según la NTP 339.078 [15], aplicándose la siguiente operación:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Tabla 1. Requerimiento de clasificación para agregados gruesos

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 50
1	3 1/2 – 1 1/2"	100	90 a 100	...	25 – 60	...	0 – 15	...	0 – 5	...	...	...	...	...	...
2	2 1/2 – 1 1/2"	...	...	100	90 – 100	35 – 70	0 – 15	...	0 – 5	...	...	...	...	...	...
3	2 – 1"	...	...	...	100	90 – 100	35 – 70	0 – 15	...	0 – 5	...	...	...	...	...
357	2" – N° 4	...	...	...	100	95 – 100	...	35 – 70	...	10 – 30	...	0 – 5	...	...	...
4	1 1/2 – 3/4"	...	...	...	...	100	90 – 100	20 – 55	0 – 15	...	0 – 5	...	...	...	...
467	1 1/2" – N° 4	...	...	...	...	100	95 – 100	...	35 – 70	...	10 – 30	0 – 5	...	...	...
5	1 – 1/2"	...	...	...	...	...	100	90 – 100	20 – 55	0 – 10	0 – 5	...	...	...	...
56	1 – 3/8"	...	...	...	...	...	100	90 – 100	40 – 85	10 – 40	0 – 15	0 – 5	...	...	...
57	1 in. – No. 4	...	...	...	...	...	100	95 – 100	...	25 – 60	...	0 – 10	0 – 5	...	...
6	3/4" – 3/8"	...	...	...	...	...	...	100	90 – 100	20 – 55	0 – 15	0 – 5	...	...	...
67	3/4" – N° 4	...	...	...	...	...	...	100	90 – 100	...	20 – 55	0 – 10	0 – 5	...	...
7	1/2" – N° 4	...	...	...	...	...	...	...	100	90-100	40 – 70	0 – 15	0 – 5	...	...
8	3/8" – N° 8	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 – 100	10 – 30	0 – 10	0 – 5	...
89	3/8" – N° 16	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 – 100	20 – 55	5 – 30	0 – 10	0 – 5
9 ^A	N° 4 – N° 16	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 -100	10 – 40	0 – 10	0 – 5

Fuente: Cemento Yura [16].

Tabla 2. Análisis del tamizado – Agregado fino

Porcentaje que pasa	Tamiz (Especificación E11)
100	9.5 mm (3/8")
95 -100	4.75 mm (N° 4)
80 -100	2.36-} mm (N° 8)
50 – 85	1.18 mm (N° 16)
25 – 60	600 μm (N° 30)
5 – 30	300 μm (N° 50)
2 – 10	150 μm (N°100)

Fuente: Cemento Yura [16].

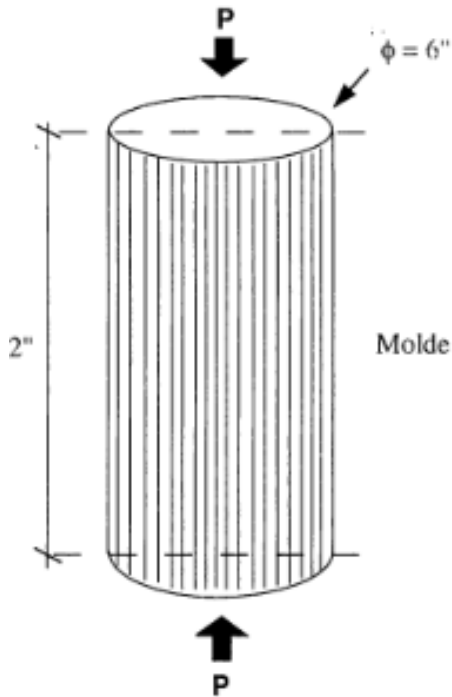


Figura 1. Medidas de un testigo de concreto para el ensayo de compresión.

Fuente: Abanto [13].

Donde:

M_r : Módulo de rotura (MPa)

P: Máxima carga (N)

L: Luz libre entre soportes (mm)

b: Ancho de viga (mm)

h: Altura de viga (mm)

En la Figura 2 se muestra un ensayo para calcular la resistencia a flexión.

2.2.2.1.2. Resistencia a la tracción.

También se le conoce como tracción indirecta y consiste en aplicar una carga en lo largo de un espécimen cilíndrico. Es un método brasileiro usado ante la dificultad de medir la tracción [14].

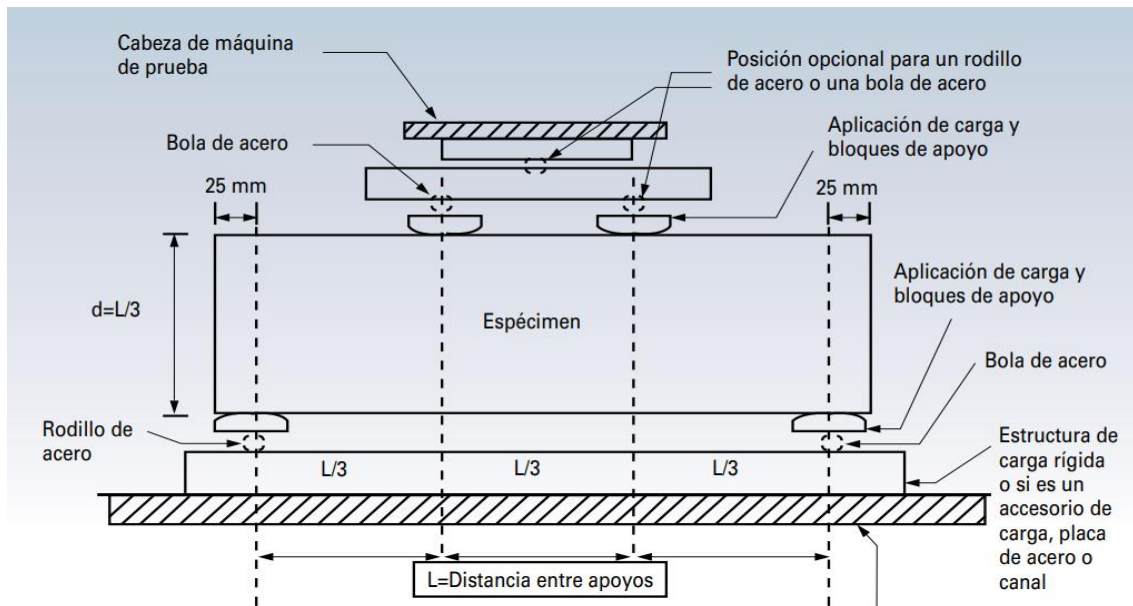


Figura 2. Prueba de ensayo para calcular la resistencia a flexión.
Fuente: Premezclados Lirr [17].

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Tr = \frac{2P}{\pi LD} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

Donde:

Tr: Resistencia a tracción por el método brasilero (kg/cm^2).

P: Carga (kg.)

L: Longitud de la probeta cilíndrica (cm)

d: Diámetro de la probeta cilíndrica (cm)

π : 22/7

2.3. Definición de términos básicos

- **Agua en el concreto:** De acuerdo con Abanto [13], sirve para preparar la mezcla de concreto y su proporción incide en forma directa en las propiedades físicas y mecánicas de este último cuando está endurecido, en su trabajabilidad y resistencia.
- **Cemento:** Según Pasquel [12], «es un material proveniente de la calcinación de rocas calizas, arcillas y areniscas, en la que se obtiene un material fino denominado polvo que por presencia del agua ésta suele endurecerse adquiriendo propiedades adherentes y resistentes» (p. 16).
- **Concreto:** Es la mezcla de agregados, cemento, agua y algunos aditivos, que puede moldearse y que con el tiempo obtiene rigidez, resistencia y es aislante [12].

- **Curado del concreto:** Sobre este tema, Gutiérrez [14] sostuvo que es el tiempo de fraguado del concreto con hidratación continua, para evitar fisuras de contracción plástica temprana.
- **Durabilidad:** Es la capacidad que tiene el concreto de mantener su forma original cuando ya está endurecido, resistiendo al paso del tiempo, al medio ambiente, al clima, a los agentes químicos y biológicos [14].
- **Trabajabilidad:** Abanto [13] planteó que es la posibilidad de mezclar, colocar, compactar y hacer acabados en el concreto, con facilidad; evitando la exudación y segregación durante el proceso.

CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis y descripción de variables

3.1.1. Hipótesis general

La resistencia mecánica del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso varía significativamente, Arequipa 2021.

3.1.2 Hipótesis específica

- La resistencia a la compresión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso varía mínimamente, Arequipa 2021.
- La resistencia a la flexión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso varía significativamente, Arequipa 2021.
- La resistencia a la tracción del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso varía significativamente, Arequipa 2021.
- El costo del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso varia significativamente, Arequipa 2021.

3.2. Variables

3.2.1. Sillar reciclado

- **Definición conceptual:** Según Álvarez [10], son las particular arrojadas por erupciones volcánicas que al caer formaron tobas o ignimbritas.

- **Definición operacional:** La variable sillar reciclado se analizará en función de sus dimensiones: propiedades físico-mecánicas, granulometría y dosificación; que luego se establecerá en indicadores.

3.2.2. Resistencia mecánica

- **Definición conceptual:** Es la principal característica mecánica del concreto y responde a la resistencia a la compresión. Un mayor índice de resistencia mecánica indica una mayor calidad del concreto [12].
- **Definición operacional:** La variable resistencia mecánica se analizará en función de sus dimensiones resistentes, tanto de compresión, como de flexión y tracción. Cada una de las dimensiones se desglosa en tres indicadores.

3.3 Operacionalización de variables

Véase la Tabla 3.

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
Variable independiente:						
Sillar reciclado	«Sillar se le denomina localmente a las tobas o ignimbritas las cuales son rocas volcánicas que se formaron al consolidarse las partículas que cayeron de las nubes ardientes» [10].	La variable sillar reciclado se analizará en función de sus dimensiones: propiedades físico-mecánicas, granulometría y dosificación; para luego desglosarse en sus 21 indicadores cada una.	D1: Propiedades físicas D2: Granulometría D3: Dosificación	I1: Peso Específico I2: Absorción I3: Dureza I1: Agregado grueso I2: Agregado fino I1: 5 % I2: 10 % I3: 15 %	Ficha de recolección de datos	Razón
Variable dependiente:						
Resistencia mecánico	«Es una de las capacidades para asimilar la aplicación de esfuerzos de 21 indicadores, corte, 21 indicad y tracción» [12].	La variable 21 indicadores 21 indicado se analizará en función de sus dimensiones: 21 indicadores a la 21 indicadores, 21 indicadores a la 21 indicad y 21 indicadores a la tracción; y a su vez, cada 21 indicador se desglosa en tres 21 indicadores y la evaluación económica del mismo.	D1: Resistencia a la compresión D2: Resistencia a la tracción D3: Resistencia a la flexión D4: Evaluación económica	I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días I1: 7 días I2: 14 días I1: Análisis de costos unitarios	Ficha de recolección de datos	Razón

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

4.1. Método de la investigación

De acuerdo con Ñaupas et al. [18], «El método científico engloba un conjunto de reglas que indican los procesos para realizar una investigación, cuyos datos obtenidos como resultados se consideren válidos dentro de la sociedad científica» (p. 25)

Este trabajo se inicia con la observación directa de los hechos, luego se determina la causa y el efecto existente entre las variables que afectan al objeto de estudio, mediante pruebas estandarizadas por las NTP y ASTM. Es decir, se aplica el método científico.

4.2. Tipo de investigación

La presente es una investigación aplicada. Al respecto, Vara [19] sostuvo que:

Los intereses de la investigación aplicada son prácticos, ya que sus resultados son usados de inmediato para solucionar los problemas de la realidad. Este tipo de investigación generalmente identifica la situación problemática y busca, dentro de las probables soluciones, una solución que se adecúe en el contexto específico. (p. 33)

En este caso, se busca aplicar conocimientos adquiridos para la evaluación correcta de la resistencia mecánica del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, a partir de los estándares de las NTP y el RNC.

4.3. Nivel de investigación

Es de carácter explicativo. Hernández et al. [20] indicaron que una investigación explicativa:

[...] va más allá de describir conceptos o fenómenos o de establecer una relación entre conceptos; es decir, se dirigen a dar respuesta a las causas de los fenómenos y eventos físicos o sociales. Como su denominación lo menciona, su centro de interés es dar explicación a las ocurrencias de los fenómenos y cuáles son las condiciones de su manifestación o por qué se relacionan dos o más variables. (p. 44)

De esa manera, con esta investigación, se pretende describir, analizar y explicar el comportamiento de la resistencia mecánica del concreto con la reutilización del sillar en reemplazo del agregado grueso.

4.4. Diseño de la Investigación

Es experimental. Según Vara [19], en las investigaciones experimentales, con el fin de analizar sus efectos y corroborar hipótesis, las variables independientes pueden ser manipuladas en forma deliberada.

En este trabajo, el experimento se realiza con la manipulación de la variable independiente, para luego observar, comprender y determinar sus efecto en la variable dependiente.

4.5. Población, muestra y muestreo

4.5.1. Población

De acuerdo con Hernández et al. [20], son todos los casos con las mismas particularidades o especificaciones.

En esta investigación, la población está conformada por los especímenes cilíndricos de 4" x 8" (101.6 mm x 203.2 mm) con dosificaciones al 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado, en relación con el agregado grueso, para las pruebas de compresión y tracción; y, para las vigas de concreto de 20" x 6" x 6" (508 mm x 152.4 mm x 152.4 mm) con sillar reciclado al 15 %, 30 % y 50 % en el agregado grueso, para los ensayos de flexión.

4.5.2. Muestra

Salazar y Del Castillo [21] indicaron que «es un grupo de elementos que se seleccionó de la población en función al plan de acción con previo establecimiento (muestreo), de manera que se obtengan conclusiones que puedan extenderse hacia toda la población» (p. 51).

En esta investigación, la muestra se definió considerando lo establecido en la NTP 339.183 [22], que debe realizarse tres especímenes con edades de ensayo comunes para la rotura de concreto de 7, 14 y 28 días para la resistencia a la compresión y tracción; y de 14 y 28 días para la resistencia a la flexión. De acuerdo con lo anterior, se elaboró la Tabla 4 para determinar la cantidad de elementos para cada tipo de ensayo, tal como se muestra en las tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4 . Cantidad de especímenes para el ensayo de compresión

% de sillar reciclado	Edad de los especímenes (días)		
	7	14	28
0 % de sillar	3	3	3
15 % de sillar	3	3	3
30 % de sillar	3	3	3
50 % de sillar	3	3	3
Número total de especímenes a diferentes edades (Und.)	12	12	12

Tabla 5. Cantidad de especímenes para el ensayo de tracción

% de sillar reciclado	Edad de los especímenes (días)		
	7	14	25
0 % de sillar	3	3	3
15 % de sillar	3	3	3
30 % de sillar	3	3	3
50 % de sillar	3	3	3
Número total de especímenes a diferentes edades (Und.)	12	12	12

Tabla 6. Cantidad de especímenes para el ensayo de flexión

% de sillar reciclado	Edad de los especímenes (días)	
	14	28
0 % de sillar	3	3
15 % de sillar	3	3
30 % de sillar	3	3
50 % de sillar	3	3
N° total de especímenes a diferentes edades (Und.)	12	12

La muestra total contempló el vaciado de 72 especímenes cilíndricos para ensayos de compresión y tracción; y 24 especímenes prismáticos para ensayos de flexión.

4.5.3. Muestreo

En este trabajo se hizo un muestreo no probabilístico de tipo intencional. Al respecto, Hernández et al. [20] explicaron que en este muestreo los elementos bajo estudio son seleccionados por el investigador y «suponen un proceso de selección orientada por los caracteres de la investigación» (p. 376) más que por un criterio estadístico generalizador.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnica

En este estudio se empleó la observación directa para la recopilación de los datos.

Según Muñoz [23], «La técnica de observación directa inspecciona de forma directa dentro del ambiente en el cual se presenta el hecho fenómeno observado, con el fin de contemplar aquellos aspectos relacionados al comportamiento, conducta y características del ambiente» (p. 181).

4.6.2. Instrumento de recolección de datos

Se utilizó una ficha de recopilación de datos (véase el Anexo 2).

Vara [19] indicó que en la recopilación de información significativa se requiere: (a) seleccionar un instrumento de registro y medición que ya existe o desarrollar un instrumento propio, (b) aplicar el instrumento de medida, y (c) preparar los datos obtenidos para su análisis correcto» (p. 111).

4.6.2.1. Validez.

Para validar la ficha de recopilación de información fue necesario el juicio de tres ingenieros civiles altamente capacitados. Se consideró el proceso que se muestra en la Figura 3, según rangos de validez e interpretación.

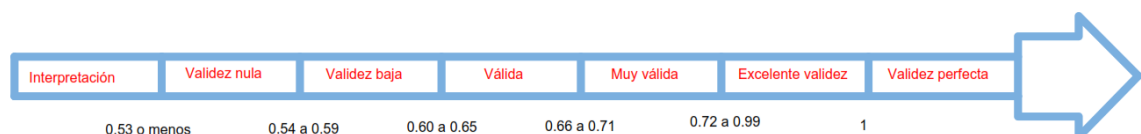


Figura 3. Niveles de validez .

Fuente: Morales [23].

En la Tabla 7 se muestra los datos de los peritos encargados de la validación de instrumentos.

Tabla 7. Validez emitida por expertos en el tema

N°	Grado académico	Nombres y apellidos	CIP	Validez
1	Ingeniero	Ramos Zambrano, Raúl Alexander	97970	0.81
2	Ingeniero	Barrios Paucar, José Luis	155676	0.73
3	Ingeniero	Mamani Chacón, Danilo	189564	0.81
				0.78

Según lo visto en la Tabla 7, el promedio fue 0.78, lo cual indica una validez excelente de acuerdo con la Figura 3.

4.6.2.2. Confiabilidad.

Se expresa con el coeficiente de correlación rtt, que en teoría significa correlación del test consigo mismo [25].

En este estudio el coeficiente de confiabilidad es de 0.78, el cual se interpreta como magnitud aceptable-elevada, según puede verse en la Figura 4.

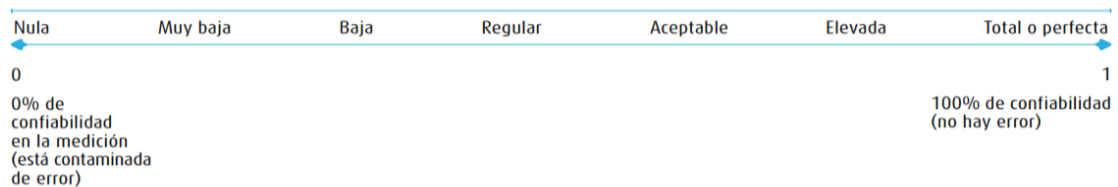


Figura 4. Interpretación de un coeficiente de confiabilidad.
Fuente: Hernández et al. [20].

4.7. Métodos de análisis

La información de los ensayos fue recolectada en el laboratorio de concreto, luego se procedió a realizar el análisis respectivo de acuerdo con los objetivos del estudio, siguiendo lo propuesto por Gaviria [26].

El método de análisis hace uso de la estadística descriptiva, por medio de herramientas digitales como el Microsoft Excel y otros, para luego emplear tablas comparativas y gráficas que interpretan los resultados arrojados por estos *softwares*.

4.8. Aspectos éticos

No puede concebirse la ciencia sin un sentido ético, que beneficie a la humanidad y al medio ambiente [26].

Este trabajo de investigación se llevó a cabo respetando en todo momento la propiedad intelectual de todos los autores citados en el proceso de la investigación, además de honestidad en los resultados por parte del investigador.

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1. Estudios previos

5.1.1. Estudios de laboratorio

Para hacer realidad el presente estudio, tuvo que realizarse diferentes ensayos de laboratorio para concretos y agregados, en el laboratorio CEDIICON, que forma parte de la empresa de concreto premezclado ECOCRET S.A. De esta forma se realizaron ensayos para el agregado grueso con sillar reciclado en proporciones de al 15 %, 30 % y 50 %, para compararse con el concreto patrón sin adición de sillar reciclado.

De esta manera, se obtuvo los resultados de acuerdo con los parámetros establecidos por el RNE y normas internacionales como la ASTM, ACI y NTP. Las muestras fueron sometidas a los siguientes ensayos:

- Análisis de granulometría: ASTM C 136-06
- Peso específico del agregado grueso: ASTM C 127-88
- Absorción del agregado grueso: ASTM C 127-88
- Contenido de humedad del agregado grueso: ASTM C 127-88
- Peso específico de la arena: ASTM C 128-12
- Absorción de la arena: ASTM C 128-12
- Contenido de humedad de la arena: ASTM C 566
- Asentamiento del concreto: ASTM C 143-03
- Resistencia a la compresión del concreto: ASTM C 39-01

- Resistencia a la tracción indirecta del concreto: ASTM C496
- Resistencia a la flexión del concreto : ASTM C 78

5.2. Análisis de la Información

5.2.1. Resultados de los parámetros del agregado grueso

5.2.1.1. *Peso específico del agregado grueso mezclado.*

El peso específico de todas las muestras fue obtenido mediante ensayos bajo la norma ASTM C-127, con porcentaje de sustitución del 0 %, 15 %, 30 % y 50 % de sillar reutilizado en sustitución de la grava, tal como se muestra en la Tabla 8 y en la Figura 5.

Tabla 8. Peso específico de agregado grueso

Sillar reciclado	Piedra chancada	Peso específico (kg/m ³)
0 % de sillar	100 %	2320.00
15 % de sillar	85 %	2150.00
30 %s de sillar	70 %	1983.00
50 % de sillar	50 %	1720.00

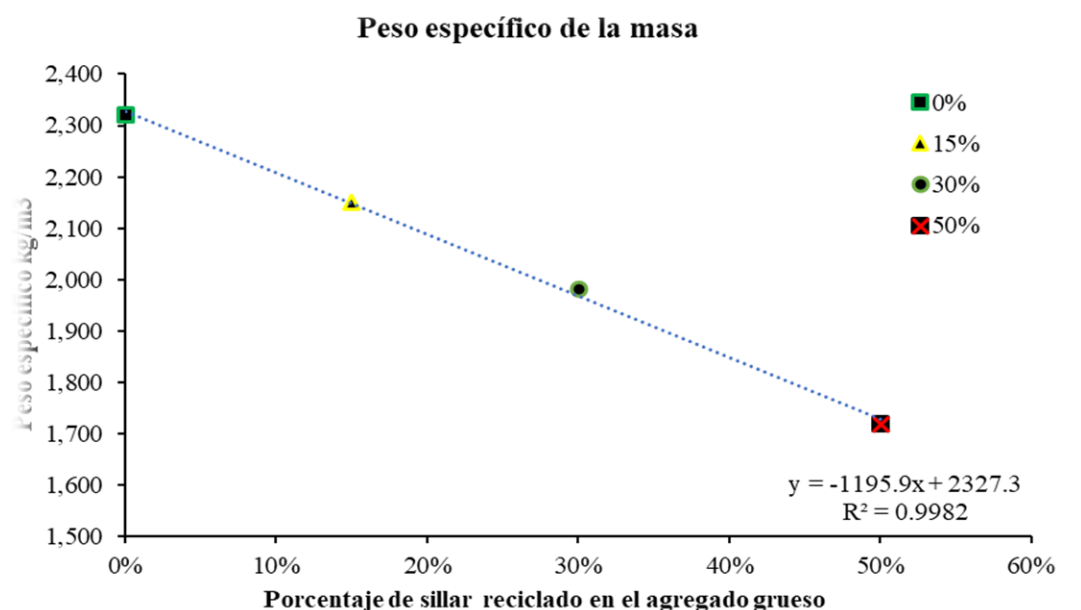


Figura 5. Variación del peso específico.

5.2.1.2. *Resultado porcentual de absorción del agregado grueso mezclado.*

La absorción de todas las muestras fue obtenida mediante ensayos según la norma ASTM C-127, sustituyendo el agregado grueso en porcentajes de 0 %, 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado (véase la Tabla 9 y la Figura 6).

Tabla 9. Porcentaje de absorción del sillar reciclado en sustitución del agregado grueso

Sillar reciclado	Piedra chancada	Absorción (%)
0 % de sillar	100 %	1.32
15 % de sillar	85 %	7.40
30 % de sillar	70 %	12.60
50 % de sillar	50 %	19.54

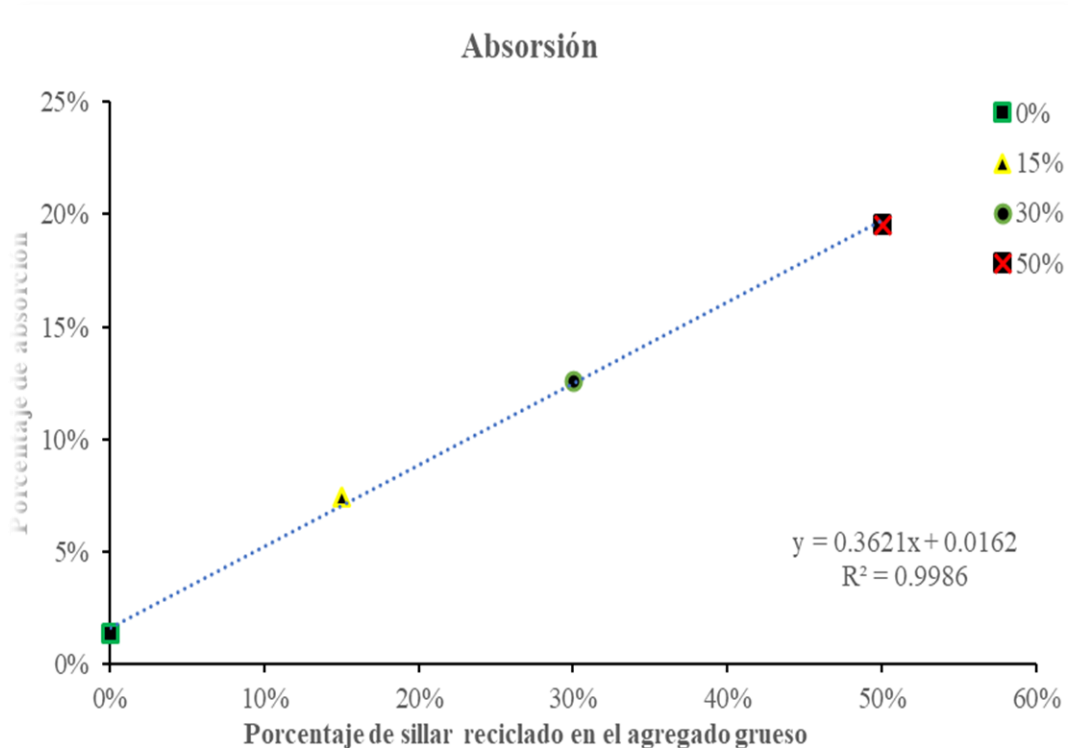


Figura 6. Variación del porcentaje de absorción.

5.2.1.3. Resultado del contenido de humedad del agregado grueso.

El contenido de humedad de todas las muestras fue obtenido mediante ensayos que están normalizados de acuerdo con la ASTM C-566, con porcentaje de sustitución del 0 %, 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado en el agregado grueso (véase la Tabla 10 y la Figura 7).

5.2.2. Propiedades físicas de la arena

En el diseño de mezcla se trabajó con un solo tipo de arena, la cual fue almacenada en un lugar seco para evitar alteraciones en sus propiedades físicas.

Lo hallado puede verse en la Tabla 11.

Tabla 10. Contenido de humedad en la mezcla de agregado grueso sustituido con sillar reciclado

Sillar reciclado	Piedra chancada	Contenido de humedad (%)
0 % de sillar	100 %	0.43
15 % de sillar	85 %	0.42
30 % de sillar	70 %	0.56
50 % de sillar	50 %	0.64

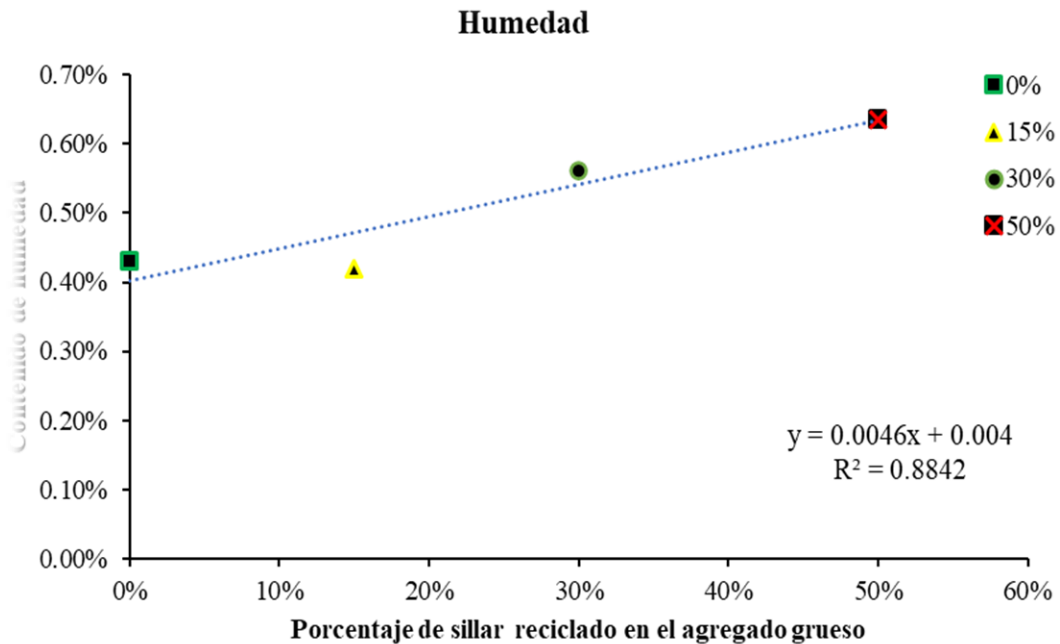


Figura 7. Contenido de humedad en la mezcla de agregado grueso sustituido con sillar reciclado.

Tabla 11. Propiedades físicas de la arena gruesa para el diseño de mezcla

Propiedades físicas		
Módulo de finura	2.96	
Tamaño máximo nominal	-	
Peso específico superficialmente seco saturado	2450	kg/m ³
Peso volumétrico compactado	1620	kg/m ³
Peso volumétrico suelto	1512	kg/m ³
Porcentaje de absorción	1.83	%
Porcentaje de humedad	1.76	%
Porcentaje que pasa la malla < # 200	2.43	%
Huso	Arena	
Observaciones:		
La curva de la arena corresponde a la gradación NTP 400.037 y ASTM C-33		

Fuente: Certificados de calidad de laboratorio.

5.2.3. Dosificaciones de concreto según ACI-211

En la Tabla 12 se observa las diferentes dosificaciones para una bolsa de cemento, según las adiciones de sillar reutilizado en sustitución del agregado grueso. Este resumen se elaboró de acuerdo con el diseño de mezcla para todas las adiciones establecidas de sillar (véase el Anexo 4).

Tabla 12. Dosificación para una bolsa de cemento para diferentes porcentajes de adición de sillar

Diseño de mezcla para una f'_{cr} de 295 kg/cm ³	Material			
	Cemento (bolsa)	Agua (litros)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)
0 % de sillar reciclado	1	26.6	1.95	2.73
15 % de sillar reciclado	1	32.3	2.07	2.42
30 % de sillar reciclado	1	36.6	2.16	2.16
50 % de sillar reciclado	1	41.5	1.99	1.99

Fuente: Certificados de calidad de laboratorio.

5.2.4 Preparación de concreto y obtención de muestras

Para ambos elementos, cilíndricos y prismáticos, se realizó la consolidación con una varilla lisa en dos capas, tal como se presenta en la Tabla 13.

Tabla 13. Número de capas requeridas por espécimen

	Diámetro (cm)	Profundidad (cm)	Forma de consolidación	Capas
Elementos cilíndricos	7.62-10.16	-	Varillado	2
Elementos prismáticos	-	20.32	Varillado	2

Fuente: NTP 339.183 [22].

5.2.5. Curado de los especímenes del concreto

Para impedir la evaporación del agua en el concreto, se protegieron de manera inmediata las probetas. Luego se vació el concreto con características de resistencia, durabilidad e impermeabilidad.

Después de 24 horas, los especímenes fueron almacenados en pozas de curación hasta el período de pruebas para el concreto endurecido, según como se muestra en las tabla 14 y 15.

Tabla 14. Período de curado de las probetas de concreto

Briquetas cilíndricas	% SR		Periodo de curado		
	0 % de sillar	07	14	28	
	15 % de sillar				
	30 % de sillar				
	50 % de sillar				

Tabla 15. Periodo de curado de los prismas de concreto

Especímenes prismáticos	% SR		Periodo de curado	
	0 % de sillar	14	28	
	15 % de sillar			
	30 % de sillar			
	50 % de sillar			

5.2.6. Asentamiento (Slump) - Método del cono de Abrams

El asentamiento, según la norma ASTM C-566 [27], fue obtenido mediante ensayos con diferentes porcentajes de sustitución del sillar reciclado en el agregado grueso, tal como se observa en la Tabla 16 y en la Figura 8.

Tabla 16. Asentamientos según la consistencia de la mezcla de concreto

Asentamiento del concreto patron				
Número de muestras	% sillar	Asentamiento promedio	Consistencia plástica	Trabajabilidad
3	0 %	4.0"	Sí	Sí
3	15 %	3.7"	Sí	Sí
3	30 %	3.5"	Sí	Sí
3	50 %	3.3"	Sí	Sí

Fuente: Certificados de calidad de laboratorio.

5.3. Resultados de los objetivos planteados

5.3.1. Variación de la resistencia a la compresión del concreto

En la Figura 9 se presenta el esfuerzo a la rotura conseguida con la adición de 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado en sustitución del agregado grueso para una edad de siete días, que varía desde 224 kg/cm² +/- 11 kg/cm² ,186 kg/cm² +/- 4.2 kg/cm² y 163 kg/cm² +/- 8.5 kg/cm², respectivamente. El máximo valor conseguido fue 224 kg/cm² +/- 11 kg/cm², obtenido con un 15 % de adición de sillar reutilizado. La Tabla 17 también muestra que incrementando el porcentaje de sillar reciclado hacia valores superiores se observa una marcada tendencia hacia la pérdida de la resistencia a la compresión.

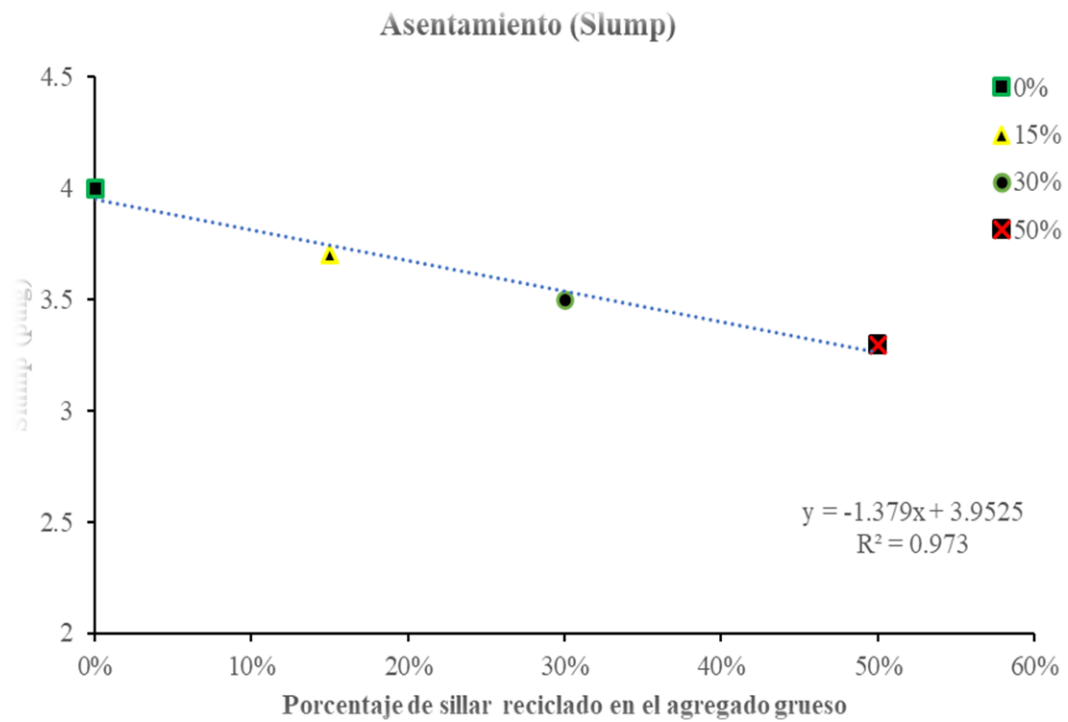


Figura 8. Variación del Slump de acuerdo con el % de adición de sillar.

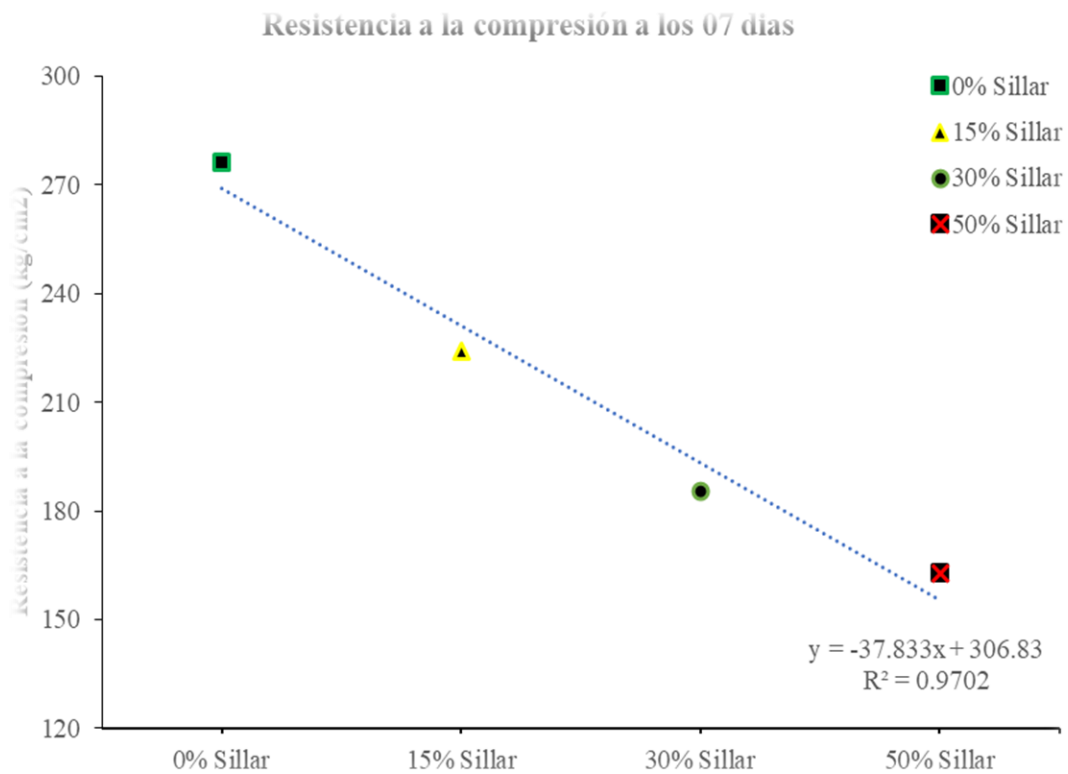


Figura 9. Comportamiento de la resistencia tras compresión de siete días.

Tabla 17. Resistencia a la compresión a los siete días de curado

N° de espécimen	Esfuerzo a la compresión – 7 días de curado			
	% de adición de SR			
	0 %	15 %	30 %	50 %
1	278	235	189	164
2	282	224	187	171
3	269	213	181	154
Promedio(kg/cm ²)	276	224	186	163
Disminución de la resistencia (%)	0 %	18.84 %	32.61 %	40.94 %

Asimismo, en la Figura 10 muestra que el esfuerzo a la rotura conseguida con la adición de 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado en sustitución del agregado grueso para una edad de curado de 14 días varió desde 272 kg/cm² +/- 8.5 kg/cm², 238 kg/cm² +/- 4.4 kg/cm² y 197 kg/cm² +/- 3.8 kg/cm², respectivamente. El máximo valor obtenido fue 272 kg/cm² +/- 8.5 kg/cm², con 15 % de sillar reutilizado en sustitución del agregado grueso. La referida figura también muestra que tras el incremento del porcentaje de sillar reciclado hacia valores superiores se observó una marcada tendencia hacia la pérdida del esfuerzo a compresión.



Figura 10. Comportamiento del esfuerzo a la compresión a los 14 días de curado.

Asimismo, en la Tabla 18, de porcentajes del sillar reciclado en el agregado grueso del 15 %, 30 % y 50 %, se presenta disminución de la resistencia respecto al concreto patrón cuyos porcentajes fueron de 18.56 %, 28.74 % y 41.02 %, respectivamente.

Tabla 18. Resistencia a la compresión a los 14 días de curado

N° de espécimen	Esfuerzo a la compresión – 14 días de curado			
	% de adición de SR			
	0 %	15 %	30 %	50 %
1	342	280	236	199
2	326	263	235	200
3	333	272	243	193
Promedio(kg/cm ²)	334	272	238	197
Disminución de la resistencia (%)	0 %	18.56 %	28.74 %	41.02 %

Con respecto de la Figura 11, se presenta que el esfuerzo a la rotura conseguida con la adición de 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado en sustitución del agregado grueso para una edad de 28 días varió 296 kg/cm² +/- 16.8 kg/cm², 260 kg/cm² +/- 13.4 kg/cm² y 212 kg/cm² +/- 4 kg/cm², según el orden porcentual brindado. El máximo valor obtenido fue de 296 kg/cm² +/- 16.8 kg/cm², conseguido con el 15 % de adición de sillar reutilizado. A la vez, la figura también muestra que incrementando el porcentaje de sillar reciclado hacia valores superiores se observa una marcada tendencia hacia la pérdida del esfuerzo a compresión en comparación con el concreto convencional.

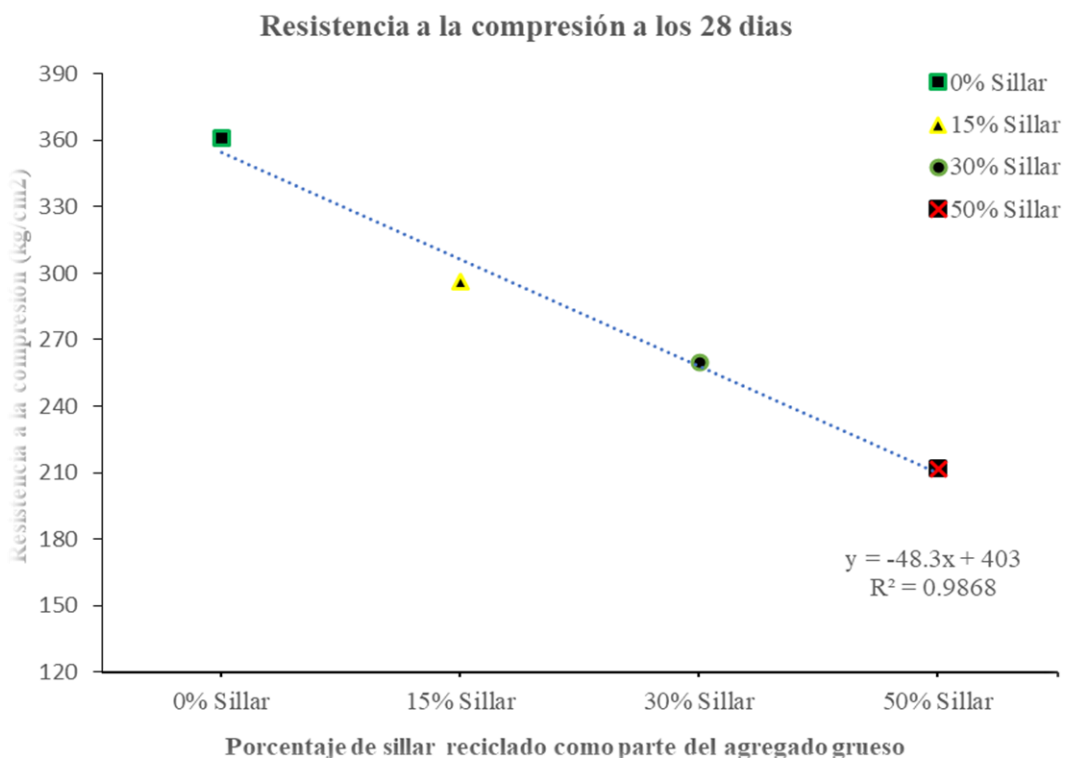


Figura 11. Comportamiento de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado.

En el caso de la Tabla 19, de porcentajes del sillar reciclado en el agregado grueso al 15 %, 30 % y 50 %, se presentó una disminución de la resistencia respecto del concreto patrón, cuyos porcentajes fueron de 18.01 %, 27.98 % y 41.27 %, respectivamente.

Tabla 19. Resistencia a la compresión a los 28 días de curado

N° de espécimen	Esfuerzo a la compresión – 28 días de curado			
	% de adición de SR			
	0 %	15 %	30 %	50 %
1	370	277	270	211
2	374	302	266	216
3	340	309	245	208
Promedio(kg/cm ²)	361	296	260	212
Disminución de la resistencia (%)	0 %	18.01 %	27.98 %	41.27 %

5.3.2. Variación de la resistencia a la flexión del concreto

En la Figura 12 se muestra que el esfuerzo a la flexión conseguida con la adición de 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado en sustitución del agregado grueso para una edad de 14 días varió 24 kg/cm² +/- 0.5kg/cm², 22 kg/cm² +/- 0.2 kg/cm² y 20 kg/cm² +/- 0.3 kg/cm², respectivamente. El máximo valor conseguido fue de 24 kg/cm² +/- 0.5 kg/cm², obtenido con un 15 % de adición de sillar reutilizado. La figura también muestra que tras el incremento del porcentaje de sillar reciclado se apreció una ligera tendencia hacia la disminución de la resistencia a la flexión.

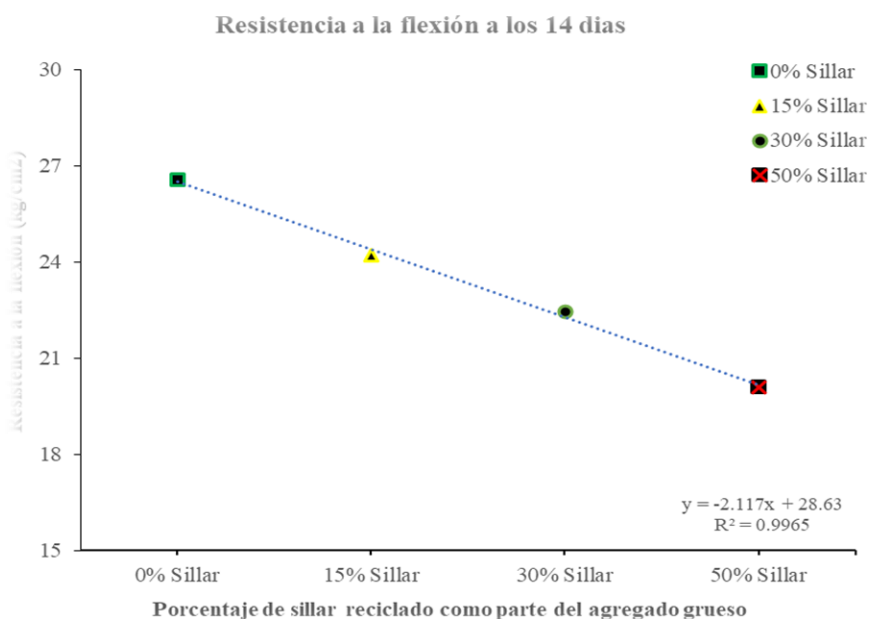


Figura 12. Comportamiento de la resistencia a la flexión a los 14 días.

En la Tabla 20, de porcentajes del sillar reciclado en el agregado grueso al 15 %, 30 % y 50 %, se observa una disminución de la resistencia frente al concreto patrón, cuyos porcentajes variaron 11.11 %, 18.52 % y 25.93 %, respectivamente.

Tabla 20. Resistencia a la flexión a los 14 días de curado

N°	Esfuerzo a la flexión - 14 días curado			
	% de adición de SR			
	0 %	15 %	30 %	50 %
1	27	24	22	20
2	27	24	23	20
3	26	25	22	20
Promedio (kg/cm ²)	27	24	22	20
Disminución de la resistencia (%)	0 %	11.11 %	18.52 %	25.93 %

Concerniente a la Figura 13, puede verse que el esfuerzo a la flexión conseguida con la adición de 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado en sustitución del agregado grueso para una edad de 28 días, varió 35 kg/cm² +/- 0.9 kg/cm², 28 kg/cm² +/- 0.7 kg/cm² y 25 kg/cm² +/- 0.8 kg/cm², respectivamente. El máximo valor conseguido fue de 35 kg/cm² +/- 0.9 kg/cm², obtenido con un 15 % de adición de sillar reutilizado. Asimismo, la figura también muestra que tras incrementarse el porcentaje de sillar reciclado se observó una ligera tendencia hacia la disminución de la resistencia a la flexión.

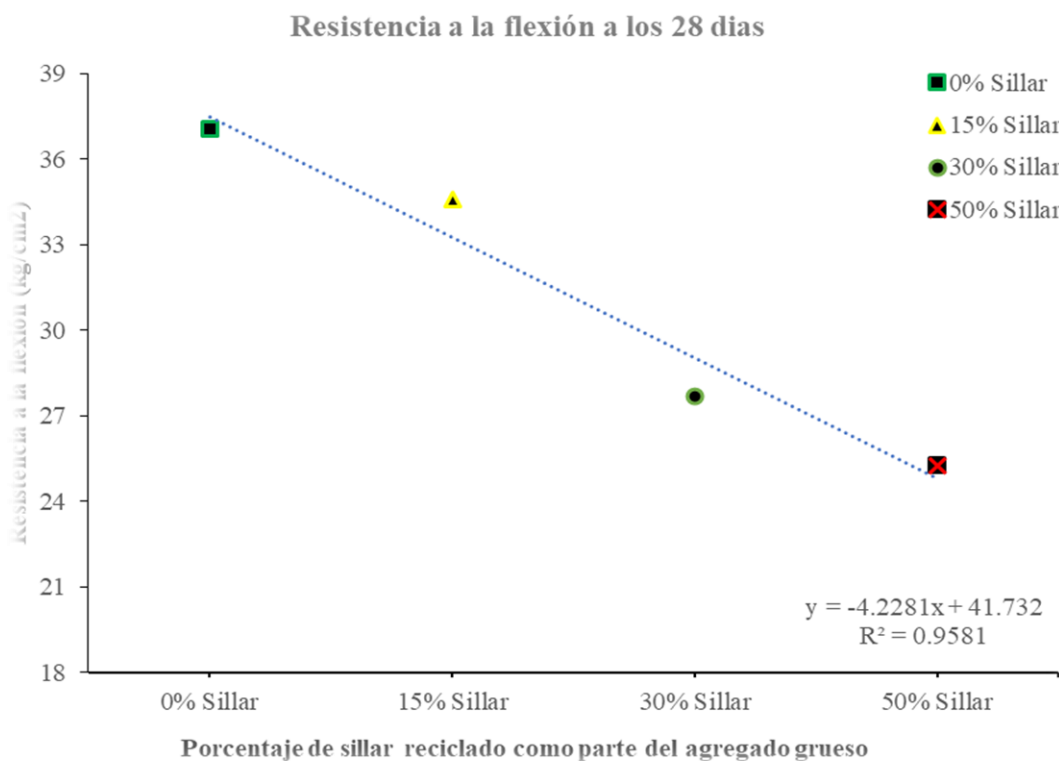


Figura 13. Comportamiento de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado.

En tanto que en la Tabla 21, de porcentajes de sillar reciclado en el agregado grueso al 15 %, 30 % y 50 %, puede apreciarse una reducción del esfuerzo a la flexión con respecto del concreto patrón, cuyos porcentajes fueron 5.41 %, 24.32 % y 32.43 %, respectivamente.

Tabla 21. Resistencia a la flexión a los 28 días de curado

N°	Esfuerzo a la flexión - 28 días curado			
	% de adición de SR			
	0 %	15 %	30 %	50 %
1	37	36	28	25
2	36	34	27	26
3	38	34	28	24
Promedio (kg/cm ²)	37	35	28	25
Disminución de la resistencia (%)	0 %	5.41 %	24.32 %	32.43 %

5.3.3. Variación de la resistencia a la tracción del concreto

En la Figura 14 puede verse que el esfuerzo a la tracción conseguida con la adición de 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado en sustitución del agregado grueso para una edad de siete días, varió 19 kg/cm² +/- 0.6 kg/cm², 14 kg/cm² +/- 0.6 kg/cm² y 13 kg/cm² +/- 0.6 kg/cm², respectivamente. El máximo valor conseguido fue 19 kg/cm² +/- 0.6 kg/cm², obtenido con un 15 % de adición de sillar reutilizado. La figura también muestra que tras incrementarse el porcentaje de sillar reciclado se observó una moderada tendencia hacia la pérdida de la resistencia a la tracción.

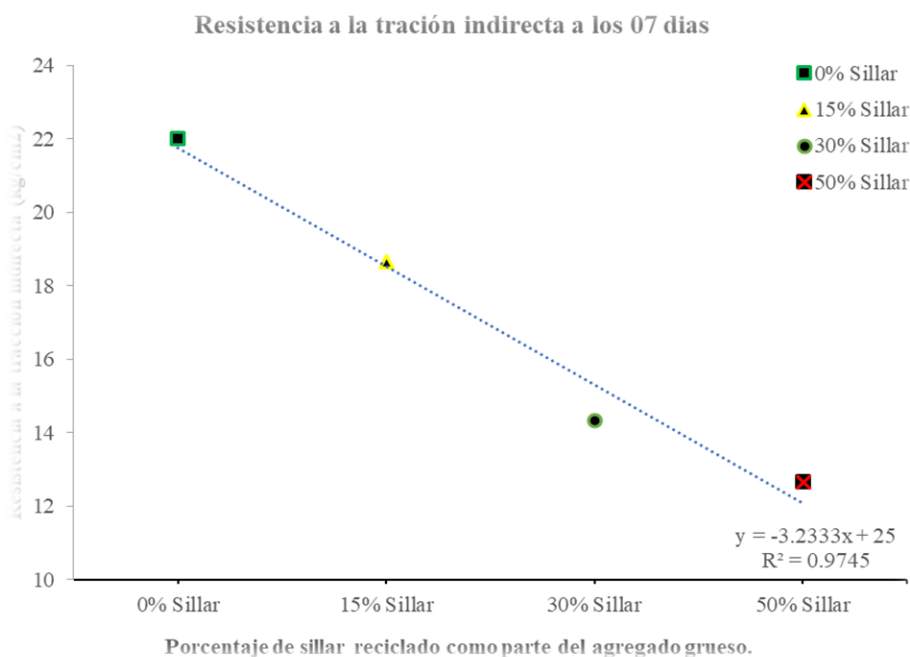


Figura 14. Comportamiento de la resistencia a la tracción a los siete días de curado.

En cuanto a la Tabla 22, de porcentajes del sillar reciclado en el agregado grueso del 15 %, 30 % y 50 %, puede verse una reducción de la resistencia en comparación al concreto patrón cuyos porcentajes fueron 13.64 %, 36.36 % y 40.91 %, respectivamente.

Tabla 22. Resistencia a la tracción a los 7 días de curado

N° de espécimen	Esfuerzo a la tracción - 7 días curado			
	% de adición de SR			
	0 %	15 %	30 %	50 %
1	21	19	14	13
2	24	18	15	12
3	21	19	14	13
Promedio (kg/cm ²)	22	19	14	13
Reducción (%)	0 %	13.64 %	36.36 %	40.91 %

A su vez, en la Figura 15 puede verse que el esfuerzo a la tracción conseguida con la adición de 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado en sustitución del agregado grueso para una edad de 14 días, varió 25 kg/cm² +/- 0.6 kg/cm², 21 kg/cm² +/- 2.1 kg/cm² y 18 kg/cm² +/- 1 kg/cm², respectivamente. El máximo valor conseguido fue 25 kg/cm² +/- 0.6 kg/cm², obtenido con un 15 % de adición de sillar reutilizado. En esta figura también se puede ver que luego de incrementarse el porcentaje de sillar reciclado se tuvo una moderada tendencia hacia la pérdida de la resistencia a la tracción.

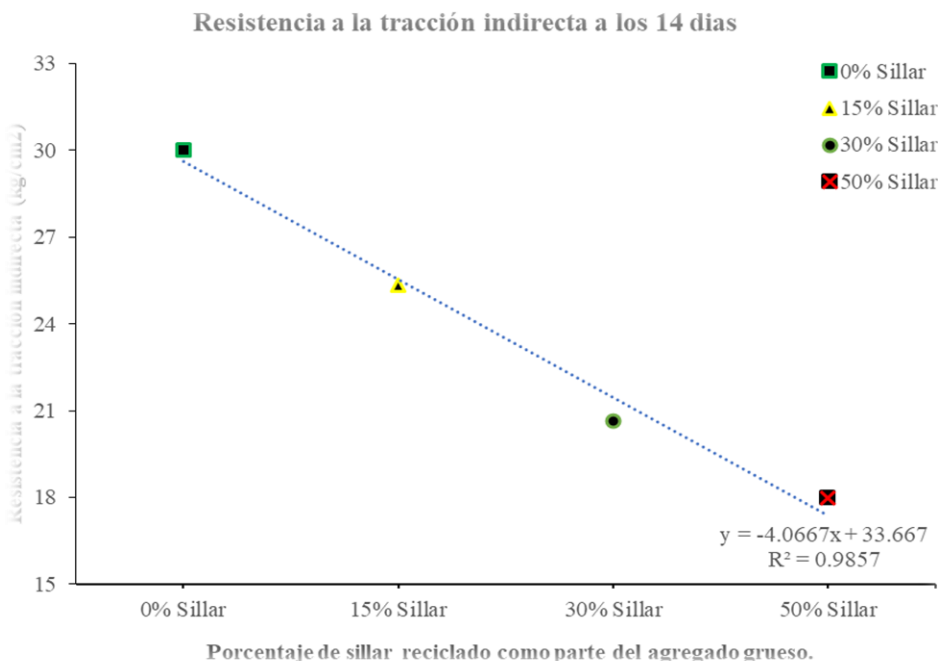


Figura 15. Comportamiento de la resistencia a la tracción indirecta a los 14 días.

Con relación a la Tabla 23, de porcentajes del sillar reciclado en el agregado grueso al 15 %, 30 % y 50 %, puede verse una reducción de la resistencia frente al concreto patrón, cuyos porcentajes fueron 16.67 %, 30 % y 40 %, respectivamente.

Tabla 23. Resistencia a la tracción a los 14 días de curado

N° de espécimen	Esfuerzo a la tracción - 14 días curado			
	% de adición de SR			
	0 %	15 %	30 %	50 %
1	28	25	23	17
2	32	25	19	19
3	30	26	20	18
Promedio (kg/cm ²)	30	25	21	18
Reducción (%)	0 %	16.67 %	30 %	40 %

En la Figura 16 puede observarse que el esfuerzo a la tracción conseguida con la adición de 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado en sustitución del agregado grueso para una edad de 28 días, varió 27 kg/cm² +/- 0 kg/cm², 23 kg/cm² +/- 1.5 kg/cm² y 20 kg/cm² +/- 2 kg/cm², respectivamente. El máximo valor conseguido fue 27 kg/cm² +/- 0 kg/cm², obtenido con un 15 % de adición de sillar reutilizado. En la figura también se observa que tras incrementarse el porcentaje de sillar reciclado se obtuvo una moderada tendencia hacia la pérdida de la resistencia a la tracción indirecta.

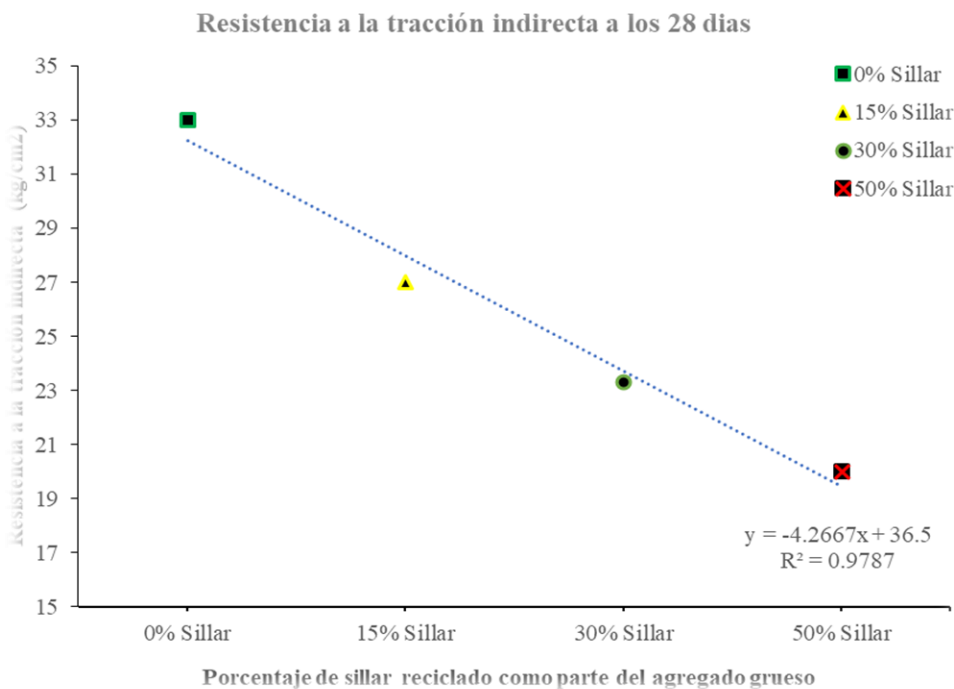


Figura 16. Comportamiento de la resistencia a la tracción indirecta a los 28 días.

Asimismo, en la Tabla 24, de porcentajes del sillar reciclado en el agregado grueso de 15 %, 30 % y 50 %, puede verse una reducción de la resistencia a la tracción en comparación al concreto patrón, cuyos porcentajes fueron 18.18 %, 30.30 % y 39.39 %, respectivamente.

Tabla 24. Resistencia a la tracción a los 28 días para diferentes porcentajes de sillar reciclado

N° de espécimen	Esfuerzo a la tracción - 28 días curado			
	% de adición de SR			
	0 %	15 %	30 %	50 %
1	34	27	23	22
2	28	27	25	18
3	37	27	22	20
Promedio (kg/cm ²)	33	27	23	20
Reducción (%)	0 %	18.18 %	30.30 %	39.39 %

5.3.4. Evaluación de costos del concreto

El análisis de costos unitarios está dado por los equipos, mano de obra y los materiales del lugar a precios de mercado.

En la Figura 17 puede notarse que el costo de 1 m³ de concreto con porcentajes de 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado como parte del agregado grueso fue variando a S/ 420.29, S/ 416.59 y S/ 408.62, respectivamente. El máximo valor obtenido fue de S/ 420.29, con un 15 % de sillar reciclado como parte del agregado grueso. En la figura también se ve que, luego de incrementarse el porcentaje de sillar reciclado, se tuvo una moderada tendencia hacia la disminución del costo de 1m³ de concreto con respecto al concreto patrón, el cual alcanzó un costo de S/ 433.13.

A su vez, en la Tabla 25, de porcentajes de sillar reciclado en el agregado grueso al 15 %, 30 % y 50 %, se tuvo una disminución del costo por 1 m³ de concreto respecto al costo del concreto patrón, cuyos porcentajes fueron 3 %, 4 % y 6 %, respectivamente.

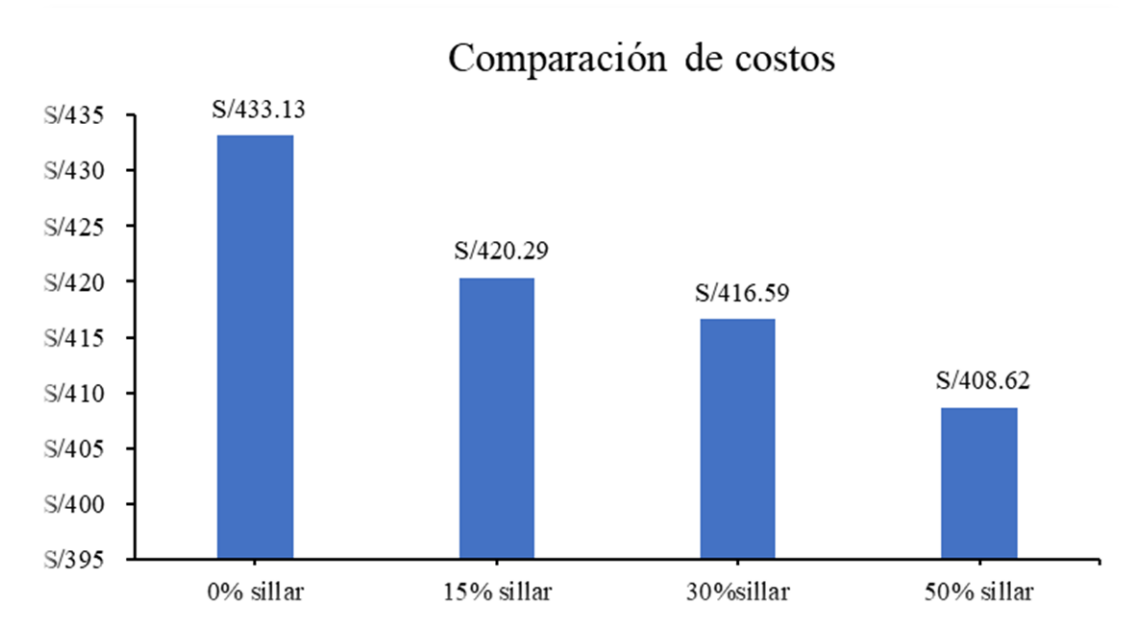


Figura 17. Comparación de costos.

Tabla 25. Comparativo de costos de 1m³ de concreto

Porcentaje de sillar reciclado	0 %	15 %	30 %	50 %
Costo m ³	S/ 433.13	S/ 420.29	S/ 416.59	S/ 408.62
Variación del costo (%)	0 %	3 %	4 %	6 %

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN

En cuanto al objetivo específico 1: Calcular la variación de la resistencia a la compresión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021; se encontró que la resistencia a la compresión del concreto con porcentajes de 0 %, 15 %, 30 % y 50 % de sillar reciclado como parte del agregado grueso para una edad de siete días, varió $224 \text{ kg/cm}^2 \pm 11 \text{ kg/cm}^2$, $186 \text{ kg/cm}^2 \pm 4.2 \text{ kg/cm}^2$ y $163 \text{ kg/cm}^2 \pm 8.5 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente. Con 15 % de sillar reciclado como parte del agregado grueso, el máximo valor obtenido fue de $224 \text{ kg/cm}^2 \pm 11 \text{ kg/cm}^2$. Asimismo, tras incrementarse el porcentaje de sillar reciclado se observó una marcada tendencia hacia la pérdida de la resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón, el cual alcanzó una resistencia promedio de $276 \text{ kg/cm}^2 \pm 6.7 \text{ kg/cm}^2$.

En su investigación, Contreras [4] determinó que el uso de agregados reciclados provocó una disminución de la resistencia a la compresión entre el 2.5 % y el 16 %, en porcentajes de sustitución al 100 % del agregado grueso natural con agregado grueso reciclado, con respecto al concreto patrón, siendo el valor alcanzado para el concreto con agregado grueso reciclado de 335.25 kg/cm^2 ; y para el concreto patrón, de 379.75 kg/cm^2 , teniéndose un porcentaje de disminución de la resistencia de 11.71%.

También Meza [7], en su tesis de grado, determinó que la resistencia a la compresión para porcentajes de sustitución del 0 %, 20 %, 50 % y 100 %, a los 28 días, fue de 239.31 kg/cm^2 , 229.43 kg/cm^2 , 205.66 kg/cm^2 , 185.91 kg/cm^2 , respectivamente. El

investigador concluyó indicando que el cambio más importante del concreto reciclado se dio cuando el nivel de sustitución sobrepasó el 50 %, el cual puede presentar pérdidas de resistencia a la compresión entre el 1 % y el 15 %, y puede llegar al 25 % si el porcentaje de sustitución llegase al 100 %.

Alave y Mendoza [9], en su tesis de grado, determinó que la resistencia a la compresión del concreto con sillar blanco como sustituto del agregado grueso a los 7, 14 y 28 días fue de 56.49 kg/cm², 69.11 kg/cm² y 82.05 kg/cm², respectivamente. El investigador indicó que la muestra de sillar rosado se acercó más a la resistencia de diseño establecido, por lo que este sería apto para la construcción de muros no portantes.

De esa manera, los resultados obtenidos en la investigación presentaron semejanza con los antecedentes; y esto conlleva a concluir que el objetivo fue logrado.

Con respecto del objetivo específico 2: Determinar la variación de la resistencia a la flexión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021; se encontró que la resistencia a la flexión del concreto con adición de sillar reciclado como parte del agregado grueso para una edad de 28 días varió 35kg/cm² +/- 0.9 kg/cm², 28 kg/cm² +/- 0.7 kg/cm² y 25 kg/cm² +/- 0.8 kg/cm², para adiciones de sillar reciclado al 15 %, 30 % y 50 %, respectivamente. El máximo valor obtenido fue de 35 kg/cm² +/- 0.9 kg/cm², cuyo porcentaje de sillar reciclado como parte del agregado grueso fue de 15 %. Incrementando el porcentaje de sillar reciclado se apreció como en los resultados a la compresión una marcada tendencia hacia la disminución de la resistencia a la flexión, con respecto al concreto patrón, que alcanzó una resistencia promedio de 37 kg/cm² +/- 1.0 kg/cm². Estos valores son parecidos a los obtenidos por Quispe [8], que halló una resistencia a la flexión a 28 días para el concreto patrón y los tres diseños con sillar reciclado, de 45.9 kg/cm², 59.8 kg/cm², 44 kg/cm² y 37.3 kg/cm², cada uno de ellos con TMN de ¾", ¾". ½" y 3/8", respectivamente. Se precisa que la resistencia a la flexión obtuvo resultados que alcanzaron hasta el 34 % (59.8 kg/cm²) de la resistencia de diseño utilizando agregados con TMN de ½". Asimismo, la dosificación óptima para la elaboración de cercos prefabricados se logrará cuando se reemplace el 100 % de agregado por sillar reciclado y que este tenga un TMN de ½". Otras configuraciones disminuyen significativamente la resistencia del concreto con sillar reciclado.

Por su parte, Flores et. Al. [3], determinó que al utilizar el concreto con árido reciclado logró una resistencia a la flexión de 600 psi que, convertido a unidades internacionales, dio el valor de 42.18 kg/cm² para una edad de 28 días. A su vez,

indicó que, debido a las características del agregado reciclado, este no debía usarse para la elaboración de concretos hidráulicos muy usuales en el diseño de pavimentos rígidos, aunque sí en concretos estructurales o edificaciones verticales.

En tanto que Meza [7], para la resistencia a la flexión de vigas de concreto a los 28 días con porcentajes de sustitución al 0 %, 20 %, 50 % y 100 %, encontró una relación a/c igual a 0.60 a los 28 días, y que fue de 37.20 kg/cm², 38 kg/cm², 37.10 kg/cm² y 35.28 kg/cm², respectivamente. También mencionó que no había correlación de las variables estudiadas con el módulo de ruptura del concreto, dado que los valores obtenidos fueron irregulares y no poseían una tendencia definida.

Debido a lo anterior, los resultados obtenidos en la investigación presentan semejanza con los antecedentes, por lo que se concluye que el objetivo fue logrado.

Acerca del objetivo específico 3: Estimar la variación de la resistencia a la tracción del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021; se encontró que la resistencia a la tracción del concreto con adición de sillar reciclado como parte del agregado grueso para una edad de 28 días varió 27 kg/cm² +/- 0 kg/cm², 23 kg/cm² +/- 1.5 kg/cm² y 20 kg/cm² +/- 2 kg/cm², para adiciones de sillar reciclado al 15 %, 30 % y 50 %, respectivamente. El máximo valor obtenido fue de 27 kg/cm² +/- 0 kg/cm², cuyo porcentaje de sillar reciclado como parte del agregado grueso fue de 15 %. Luego de incrementarse el porcentaje de sillar reciclado se apreció una marcada tendencia hacia la pérdida de la resistencia a la tracción con respecto al concreto patrón, el cual alcanzó en promedio de 33 kg/cm² +/- 4.6 kg/cm².

Como los resultados obtenidos en esta investigación son semejantes a aquellos de los antecedentes, se concluye que el objetivo fue logrado.

En relación con el objetivo específico 4: Determinar el costo del concreto modificado con sillar reciclado; se obtuvo que el máximo ahorro representado en porcentaje fue obtenido por el concreto elaborado con un 50 % de sustitución de sillar reciclado, alcanzado un 91 % del costo frente al concreto patrón; los valores superiores de sillar reciclado disminuyeron el precio por m³ del concreto. Meza [7] indicó que el diseño de concreto con agregado reciclado presenta un incremento entre 1 % y 5 % en el costo en la medida que se añade un mayor porcentaje de sustitución por el agregado reciclado.

En conclusión, los resultados obtenidos en la investigación no presentan semejanza con el antecedente mostrado; sin embargo, el objetivo se satisface debido a que se obtuvo un menor costo con respecto al concreto patrón.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se logró determinar la resistencia mecánica del concreto a partir de la resistencia a la compresión, la flexión y la tracción; aplicando los ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a tracción indirecta del concreto y resistencia a la flexión.

SEGUNDA: La resistencia a la compresión del concreto con adición de sillar reciclado como parte del agregado grueso para una edad de 28 días varió de 296 kg/cm², 260 kg/cm² y 212 kg/cm² en adiciones de sillar reciclado al 15 %, 30 % y 50 %, respectivamente; observándose una tendencia decreciente con respecto a la resistencia a la compresión del concreto. El máximo valor obtenido fue de 296 kg/cm² con un rango +/- 42 kg/cm², con respecto a todos los porcentajes de sillar reciclado en el agregado grueso.

TERCERA: La resistencia a la flexión de concreto con adición de sillar reciclado como parte del agregado grueso para una edad de 28 días varió 31 kg/cm², 28 kg/cm² y 25 kg/cm² en adiciones de sillar reciclado al 15 %, 30 % y 50 %, respectivamente; observándose un comportamiento decreciente con respecto a la resistencia por flexión del concreto. Asimismo, el máximo valor obtenido fue de 31 kg/cm² comprendido en un rango de +/- 2.6 kg/cm² con respecto a todos los porcentajes de sillar reciclado en el agregado grueso.

CUARTA: La resistencia a la tracción indirecta de concreto con adición de sillar reciclado como parte del agregado grueso para una edad de 28 días varió 27 kg/cm², 23 kg/cm² y 20 kg/cm² en adiciones de sillar reciclado al 15 %, 30 % y 50 %, respectivamente; observándose un comportamiento decreciente con respecto a la resistencia por tracción del concreto. A su vez, el máximo valor obtenido fue de 27 kg/cm², comprendido en un rango de +/- 3.5 kg/cm², y con respecto a todos los porcentajes de sillar reciclado en el agregado grueso.

QUINTA: El costo por m³ de concreto utilizando el agregado de la cantera de Añashuayco, agua de la red pública y cemento industrial HE fue de S/ 433.13. Asimismo, el costo del m³ del concreto con la adición de 15 %, 30 %, 50 % de sillar reciclado fue de S/ 420.29, S/ 416.59 y S/ 408.62, respectivamente. Esto evidencia una disminución de costos por m³ de concreto. Al determinarse el costo del concreto modificado con sillar reciclado, se obtuvo que el máximo ahorro representado en porcentaje fue obtenido por el concreto elaborado con el 50 % de sustitución de sillar

reduciendo un 6 % del costo frente al concreto patrón; los valores superiores de sillar reciclado tendieron a disminuir de modo ligero el precio del m³ de concreto.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda sustituir el agregado grueso hasta un máximo de 30 % con sillar reciclado, sometiendo este material a un proceso de tamizado con la malla 3/4". Incrementos mayores tienden a disminuir significativamente la resistencia a la compresión.

SEGUNDA: Se recomienda sustituir el agregado grueso hasta un 15 % con sillar reciclado, sometiendo este material a un proceso de tamizado con la malla 3/4". Incrementos mayores a esta cantidad tienden a disminuir la resistencia a la tracción.

TERCERA: Se recomienda sustituir el agregado grueso hasta un 15 % con sillar reciclado sometiendo este material a un proceso de tamizado con la malla 3/4". Incrementos mayores a esta cantidad tienden a disminuir considerablemente la resistencia a la flexión.

CUARTA: Realizar investigaciones sobre el comportamiento de la adición de sillar reciclado en el concreto con distintos tipos de cementos.

QUINTA: Se recomienda realizar investigaciones con el uso de aditivos para evitar incrementos en la cantidad de agua al momento de realizar el diseño de mezcla y analizar la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto con adición de sillar reciclado como agregado grueso.

REFERENCIAS

1. Herrera JA. Guía de materiales reciclados en la construcción “+Live” Actas del Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes realizado en Sevilla [en línea]; 2013 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/51401684.pdf>
2. Decreto Supremo 019-2020-PCM. Para el fortalecimiento de la identificación y gestión de pasivos ambientales [en línea]. Presidencia del Consejo de Ministros; 2020 [acceso el 6 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1559925/DS%20019-2020-DM.pdf.pdf?v=1611156239>
3. Flores AM, Villafranca AJ, Reconco JA. El concreto con árido reciclado: Una opción de material para construcción con criterio de sostenibilidad. Innovare: Revista de Ciencia y Tecnología [en línea], 8(2), pp. 120-124; 2014 [acceso el 6 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.camjol.info/index.php/INNOVARE/article/view/9067>
4. Contreras E. Evaluación de agregados reciclados para su implementación en pavimentos rígidos [tesis de licenciatura]. Hidalgo: Universidad Michoacana de San Nicolás [en línea]; 2016 [acceso el 6 de noviembre de 2022]. Disponible en: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/3112/FIC-M-2016-0215.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. ACI 211.1-91. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete [en línea]. ACI Committee 211; 2002 [acceso el 31 de octubre de 2022]. Disponible en: https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211_1_91.pdf
6. Remolina JG. Determinación de parámetros físico-mecánicos y de durabilidad en concreto reciclado con residuos de construcción y demolición (RCD) [tesis de licenciatura]. Barranquilla: Universidad de la Costa [en línea]; 2018 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/247/1140886779.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Meza FG. Estudio de las características del concreto reciclado fresco y endurecido, con sustitución parcial y total del agregado grueso [tesis de licenciatura]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) [en línea]; 2019

- [acceso el 6 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/18706>
8. Quispe S. Influencia del sillar en la mejora de las propiedades físicomecánicas del concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para cercos prefabricados, Arequipa 2021 [tesis de licenciatura]. Lima: Universidad César Vallejo (UCV) [en línea]; 2021 [acceso el 6 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63669>
 9. Alave MD, Mendoza JP. 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, 2019 [tesis de licenciatura]. Tacna: Universidad Privada de Tacna [en línea]; 2019 [acceso el 6 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1137>
 10. Álvarez M. Caracterización petromineralógica de las ignimbritas en la quebrada de Añashuayco, Arequipa, 2021 [tesis de maestría]. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín (UNAS) [en línea]; 2021 [acceso el 4 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/13472>
 11. Rodríguez D. Caracterización química y geomecánica de las rocas del Sillar (Bolivia) [tesis de maestría]. Barcelona: UPC Barcelona Tech [en línea]; 2021 [acceso el 3 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/354555?show=full>
 12. Pasquel E. Tópicos de tecnología de concreto en el Perú [en línea]. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú; 1998 [acceso el 1 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/36925573/ENRIQUE_PASQUEL_CARBAJAL_TOPICOS_DE_TECNOLOGIA
 13. Abanto F. Tecnología del concreto (Teoría y problemas) [en línea]. Lima: Editorial San Marcos; 2009 [acceso el 1 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://hebmerma.com/wp-content/uploads/2020/11/TECNOLOGIA-DEL-CONCRETO-Ing.-Flavio-Abanto-Castillo-1.pdf>
 14. Gutiérrez L. El concreto y otros materiales para la construcción. Manizales: Universidad Nacional de Colombia [en línea]; 2003 [acceso el 1 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/28633263/El_Concreto_y_Otro_Materiales_Para_la_Construccion

15. NTP 339.078. Ensayo de flexión. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Arancelarios no Comerciales - INDECOPI [en línea]; 2018 [acceso el 3 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.udocz.com/apuntes/108486/ntp-339-078-ensayo-de-flexion-pdf>
16. Cemento Yura. Agregados para la elaboración de concreto [en línea]: 2022 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.yura.com.pe/blog/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>
17. Premezclados Lirr. Concreto módulo de ruptura [en línea]; s.f. [acceso el 6 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://premezcladoslirr.com.mx/concreto-modulo-de-ruptura/>
18. Ñaupas H, Mejía E, Novoa E, Villagómez A. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis (4ª ed.) [en línea]. Lima: Ediciones U; 2018 [acceso el 2 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://fdiazca.files.wordpress.com/2020/06/046.-mastertesis-metodologicc81a-de-la-investigacioc81n-cuantitativa-cualitativa-y-redaccioc81n-de-la-tesis-4ed-humberto-ncc83aupas-paitacc81n-2014.pdf>
19. Vara A. 7 pasos para elaborar una tesis. Lima: Universidad San Martín de Porres [en línea]; 2015 [acceso el 1 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>
20. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación (6ª ed.) [en línea]. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana; 2014 [acceso el 1 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
21. Salazar C, Del Castillo S. Fundamentos básicos de estadística [en línea]; 2017 [acceso el 2 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://pubhtml5.com/skfd/tkbj/basic>
22. NTP 339.183. Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. Comisión de Normalización y Fiscalización de Barreras Comerciales en Arancelarias - INDECOPI [en línea]; 2013 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/61552597/339183-Elaborado-y-curado-de-especimenes-en-laboratoriopdf/>

23. Muñoz C. Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis (2ª ed.) [en línea]. México D.F: Pearson Educación de México; 2011 [acceso el 31 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://www.indesgua.org.gt/wp-content/uploads/2016/08/Carlos-Mu%C3%B1oz-Razo-Como-elaborar-y-asesorar-una-investigacion-de-tesis-2Edicion.pdf>
24. Morales JL. Aplicación del Geo 5 en defensa ribereña, para el control de inundaciones dentro del área urbana del distrito de Lircay-Provincia de Angaraes–Huancavelica 2019 [tesis de licenciatura]. Lima: Universidad César Vallejo (UCV) [en línea]; 2019 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40645>
25. Ruiz C. Instrumentos y técnicas de investigación educativa. Un enfoque cuantitativo y cualitativo para la recolección y análisis de datos (3ª ed.) [en línea]. Houston, TX: DANAGA; 2013 [acceso el 4 de noviembre de 2022]. Disponible en: file:///C:/Users/%C3%81ngel%20R.%20Salazar/Downloads/Instrumentos_y_Tecnicas_de_Investigacion.pdf
26. Gaviria C, Márquez CA. Estadística descriptiva y probabilidad [en línea]. Madrid: Bonaventuriano; 2019 [acceso el 3 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.perlego.com/book/1926888/estadstica-descriptiva-y-probabilidad-pdf>
27. ASTM C-566. Método de ensayo estándar para contenido de humedad total del agregado por secado [en línea]; 1997 [acceso el 4 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://ingenieriasalva.blogspot.com/2009/04/astm-designacion-c-566-97.html>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO GRUESO, AREQUIPA 2021

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO
PROBLEMA GENERAL: ¿Cuánto varía la resistencia mecánica del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021?	OBJETIVO GENERAL: Analizar la variación de la resistencia mecánica del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021	HIPOTESIS GENERAL: La resistencia mecánica del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso varía significativamente, Arequipa 2021	Variable Independiente Sillar Reciclado	D1: Propiedades físicas D2: Granulometría	I1: Peso específico I2: Absorción I3: Contenido de Humedad I1: Agregado grueso I2: Agregado fino	METODO: Método Científico TIPO DE INVESTIGACIÓN: Tipo Aplicada NIVEL: Nivel de Investigación Explicativo
PROBLEMA ESPECIFICO: ¿Cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021?	OBJETIVOS ESPECIFICO: Calcular variación de la resistencia a la compresión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021	HIPOTESIS ESPECIFICOS: La resistencia a la compresión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso varía mínimamente, Arequipa 2021	Variable Dependiente	D3: Dosificación	1: 10% I2: 30% I3: 50%	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Diseño Experimental
¿Qué tanto varía la resistencia a la flexión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021?	Determinar la variación de la resistencia a la flexión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021	La resistencia a la flexión del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso varía significativamente, Arequipa 2021	Resistencia Mecánica	D1: Resistencia a la compresión	I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días	POBLACION: todos los especímenes cilíndricos de 8" x 4" para ensayos de compresión y tracción, y vigas de concreto de 20" x 6" x 6" para ensayos a flexión
¿En qué cantidad varía la resistencia a la tracción del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021?	Estimar la variación de la resistencia a la tracción del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso, Arequipa 2021	La resistencia a la tracción del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso varía significativamente, Arequipa 2021		D2: Resistencia a la tracción	I1: 7 I2: 14 I3: 28	MUESTREO: No probabilístico intencional MUESTRA: 72 especímenes cilíndricos y 24 especímenes prismáticos
¿Cuánto será el costo del concreto modificado con sillar reciclado?	Determinar costo del concreto modificado con sillar reciclado	El costo del concreto modificado con sillar reciclado como parte del agregado grueso varía significativamente		D4: Evaluación económica	I1: Análisis de costos unitarios	INSTRUMENTOS: Ficha de recopilación de datos.

ANEXO 2. INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN VALIDADO

PROYECTO: "RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO GRUESO, AREQUIPA 2021".

AUTOR: ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							VALIDEZ
I.- INFORMACIÓN GENERAL:							1.0
UBICACIÓN:							
DISTRITO:	Cerro Colorado		ALTITUD:	2406			
PROVINCIA:	Arequipa		LATITUD :	10 22' 24"			
PAÍS:	Perú		LONGITUD:	71 33' 37"			
II.- PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS							0.7
Peso específico	kg/m ³	Absorción	%	Resistencia a la abrasión	%		
III.- GRANULOMETRÍA							0.9
Agregado grueso	%			Agregado fino	%		
IV.- DOSIFICACIÓN							0.7
Dosificación I	%	Dosificación II	%	Dosificación III	%		
V.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							0.9
7	días	14	días	28	días		
VI.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN							0.8
7	días	14	días	28	días		
VII.- RESISTENCIA A LA TRACCIÓN							0.7
	días	14	días	28	días		
APELLIDOS Y NOMBRES:			RAMOS ZAMBRANO RAUL ALEXANDER				
PROFESIÓN:			INGENIERO CIVIL				
REGISTRO CIP N°:			97970				
EMAIL:			ing. orrazam@gmail.com				
CELULAR:			943900100				


R. ALEXANDER RAMOS ZAMBRANO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 97970

PROYECTO: "RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO GRUESO, AREQUIPA 2021".

AUTOR: ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							VALIDEZ
I.- INFORMACIÓN GENERAL:							0.9
UBICACIÓN:							
DISTRITO:	Cerro Colorado		ALTITUD:	2406			
PROVINCIA:	Arequipa		LATITUD:	16 22' 24"			
PAÍS:	Perú		LONGITUD:	71 33' 37"			
II.- PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS							0.7
Peso específico	kg/m ³	Absorción	%	Resistencia a la abrasión	%		
III.- GRANULOMETRÍA							0.6
Agregado grueso	%			Agregado fino	%		
IV.- DOSIFICACIÓN							0.8
Dosificación I	%	Dosificación II	%	Dosificación III	%		
V.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							0.8
7	días	14	días	28	días		
VI.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN							0.7
7	días	14	días	28	días		
VII.- RESISTENCIA A LA TRACCIÓN							0.6
	días	14	días	28	días		
APELLIDOS Y NOMBRES:		Barrios Paucar, José Luis					
PROFESIÓN		Ingr. Civil					
REGISTRO CIP N°:		155676					
EMAIL:		jose.barrios.agp@gmail.com					
CELULAR:		987 126 541					


 Ing. JOSÉ LUIS BARRIOS PAUCAR
 INGENIERO DE OBRA
 CIP. 155676

PROYECTO: "RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR REICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO GRUESO, AREQUIPA 2021".

AUTOR: ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						VALIDEZ
I.- INFORMACIÓN GENERAL:						
UBICACIÓN:						
DISTRITO:	Cerro Colorado		ALTITUD:	2106'		1.0
PROVINCIA:	Arequipa		LATITUD:	16 22' 24"		
PAÍS:	Perú		LONGITUD:	71 33' 37"		
II.- PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS						
Peso específico	kg/m ³	Absorción	%	Resistencia a la abrasión	%	0.8
III.- GRANULOMETRÍA						
Agregado grueso	%			Agregado fino	%	0.7
IV.- DOSIFICACIÓN						
Dosificación I	%	Dosificación II	%	Dosificación III	%	0.8
V.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
7	días	14	días	28	días	0.9
VI.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN						
7	días	14	días	28	días	0.8
VII.- RESISTENCIA A LA TRACCIÓN						
	días	14	días	28	días	0.7
APELLIDOS Y NOMBRES:		MAMAN: CHACON DANELO				
PROFESIÓN:		Ing Civil				
REGISTRO CIP N°:		N° 184564				
EMAIL:		lion-2055@hotmail.com				
CELULAR:		974374845				


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 INGENIERO CIVIL
 Ing. Danilo Alvarado Chacon
 INGENIERO CIVIL
 CIP 184564

ANEXO 3. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



CENTRO DE DESARROLLO, INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN
PARA LA CONSTRUCCIÓN
ECOCRET S.A.

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

SOLICITA (*): ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA

Informe Nro. 1-0004408

PROYECTO:

RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA 2021
CANTERA DE ANASHUJAYCO, DISTRITO DE CERRO COLORADO, AREQUIPA F. EMISIÓN: 4/02/2022

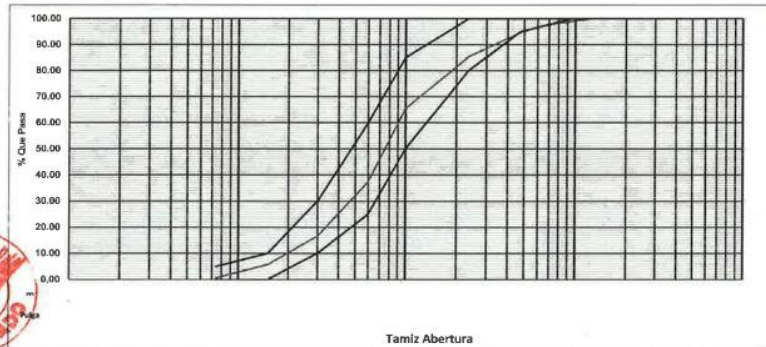
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.

NORMA : NTP 400.012; ASTM C136

MATERIAL :	ARENA	MUESTRA No :	1
CANTERA:	HORMIGONERAS DEL SUR	FECHA DE MUESTREO :	15/01/2022
PROCEDENCIA:	PROMART HOME CENTER AREQUIPA	FECHA DE INGRESO :	15/01/2022
ANALIZADO POR:	ELVIO F. JESUS B. - ALDAIR	FECHA DE ANÁLISIS :	15/01/2022

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 400.037		
2 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	MODULO DE FINURA	2.96
2"	0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MAX. NOM.	-
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2450 kg/m ³
1"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. COMPAC.	1620 kg/m ³
3/4"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. SUELTO	1512 kg/m ³
1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	% ABSORCIÓN	1.83 %
3/8"	10.7	1.09	1.09	98.91	100	% HUMEDAD	1.76 %
1/4"	16.8	1.71	2.80	97.20	-	% MALLA < # 200	2.43 %
Nº 4	25.1	2.56	5.36	94.64	95-100	HUSO	ARENA
Nº 8	91.7	9.35	14.71	85.29	80-100	OBSERVACIONES:	
Nº 16	194.8	19.86	34.57	65.43	50-85	La curva de la arena corresponde a la gradación	
Nº 30	273.5	27.89	62.46	37.54	25-60	NTP 400.037 y ASTM C-33	
Nº 50	204.9	20.89	83.35	16.65	5-30		
Nº 100	107.0	10.91	94.27	5.73	0-10		
Nº 200	50.4	5.14	99.41	0.59	0-5		
<Nº 200	5.8	0.59	100.00	0.00	-		
TOTAL:	980.68	100.00					

GRÁFICO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO



[Firma manuscrita]
15/01/2022

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

SOLICITA (*): ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA
PROYECTO: RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA 2021
DIRECCION: CANTERA DE ANASHUAYCO, DISTRITO DE CERRO COLORADO, AREQUIPA

Informe No. 1.0004414
F. EMISION: 4/02/2022

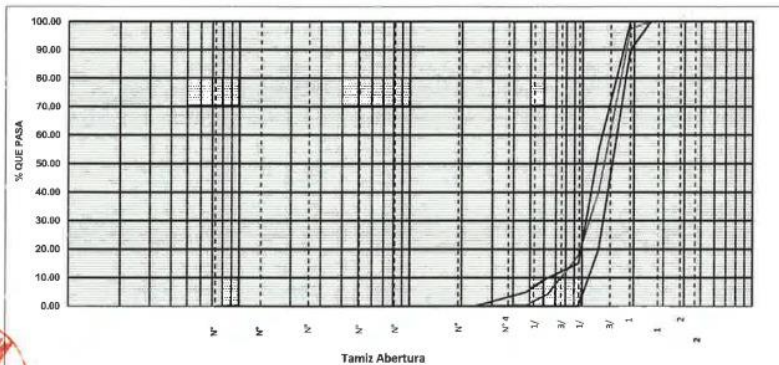
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

NORMA : NTP 400.012; ASTM C136

MATERIAL :	PIEDRA 3/4" - HUSO 6	MUESTRA No :	1
CANTERA:	EL ANGEL	FECHA DE MUESTREO :	6/12/2021
PROCEDENCIA:	ACOPIO PLANTA UNIDAD PREMEZCLADO	FECHA DE INGRESO :	6/12/2021
ANALIZADO POR:	ELVIO F. - JESUS B. - ROLANDO N	FECHA DE ANÁLISIS :	7/12/2021

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 400.037		
2 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	MODULO DE FINURA	6.84
2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MAX. NOM.	3/4"
1 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. DE LA MASA	2320 kg/m³
1"	0.0	0.00	0.00	100.00	100	PESO ESP. SSS	2629 kg/m³
3/4"	156.0	2.55	2.55	97.45	85-100	PESO VOL. COMPAC.	1536 kg/m³
1/2"	3495.5	57.14	59.69	40.31	20-55	PESO VOL. SUELTO	1382 kg/m³
3/8"	1370.0	22.39	82.08	17.92	0-15	% ABSORCIÓN	1.32 %
1/4"	833.5	13.62	95.71	4.29	-	% HUMEDAD	0.43 %
Nº 4	235.0	3.84	99.55	0.45	0-5	% MALLA < # 200	- %
Nº 8	20.0	0.33	99.88	0.12	-	HUSO	6
Nº 16	0.5	0.01	99.89	0.11	-	OBSERVACIONES:	
Nº 30	1.5	0.02	99.91	0.09	-	Sin adición de sillar reciclado	
Nº 50	0.5	0.01	99.92	0.08	-		
Nº 100	1.5	0.02	99.94	0.06	-		
Nº 200	2.5	0.04	99.98	0.02	-		
<Nº 200	1.0	0.02	100.00	0.00	-		
TOTAL:	6117.5	100.00					

GRÁFICO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO



[Firma manuscrita]
INGENIERO RESPONSABLE
Eduardo J. Cordero

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el emblema "alcance del sistema de gestión integrado".

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

SOLICITA (*): ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA
PROYECTO: RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA 2021
DIRECCION: CANTERA DE ANASHUAYCO, DISTRITO DE CERRO COLORADO, AREQUIPA

Informe Nro. 1-0004416

F. EMISION: 5/02/2022

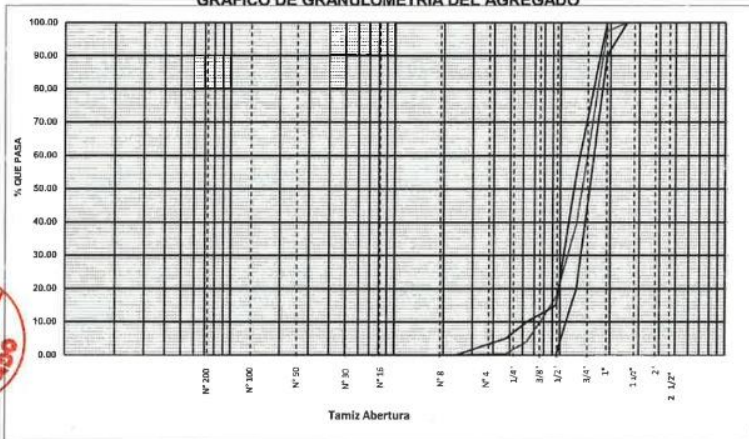
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

NORMA : NTP 400.012; ASTM C136

MATERIAL :	PIEDRA CHANCADA 3/4" SILLAR RECICLADO 3/4" - HUSO 6	MUESTRA No :	1
CANTERA:	EL ANGEL- ANASHUAYCO	FECHA DE MUESTREO :	11/12/2021
PROCEDENCIA:	ACOPIO PLANTA UNIDAD PREMEZCLADO - SILLAR DE ANASHUAYCO	FECHA DE INGRESO :	13/12/2021
ANALIZADO POR:	ELVIO F. - ALDAIR - ROLANDO N	FECHA DE ANÁLISIS :	14/12/2021

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS		
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 400.037	MODULO DE FINURA		
2 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MAX. NOM.	3/4"	
2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP.MASA	2150	kg/m ³
1 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2301	kg/m ³
1"	0.0	0.00	0.00	100.00	100	PESO VOL. COMPAC.	1364	kg/m ³
3/4"	152.1	2.54	2.54	97.46	85-100	PESO VOL. SUELTO	1250	kg/m ³
1/2"	3475.0	57.97	60.50	39.50	20-55	% ABSORCIÓN	7.04	%
3/8"	1319.4	22.01	82.51	17.49	0-15	% HUMEDAD	0.42	%
1/4"	805.2	13.43	95.94	4.06	-	% MALLA < # 200	-	%
Nº 4	213.7	3.57	99.51	0.49	0-5	HUSO	6	
Nº 8	17.0	0.28	99.79	0.21	-	OBSERVACIONES:		
Nº 16	0.3	0.01	99.80	0.20	-	Con adición del 15% de sillar reciclado como parte del agregado grueso.		
Nº 30	0.5	0.01	99.81	0.19	-			
Nº 50	0.7	0.01	99.82	0.18	-			
Nº 100	2.9	0.05	99.87	0.13	-			
Nº 200	6.8	0.11	99.98	0.02	-			
<Nº 200	1.3	0.02	100.00	0.00	-			
TOTAL:	5994.9	100.00						

GRÁFICO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO



[Firma manuscrita]
ECOCRET S.A.
Río Seco, Arequipa - Perú

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CUENTE Y DEL PROYECTO:

SOLICITA (*): ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA
PROYECTO: RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA 2021.
DIRECCIÓN: CANTERA DE AÑASHUAYCO, DISTRITO DE CERRO COLORADO, AREQUIPA

Informe Nro. **1-0004413**

F. EMISION: 4/02/2022

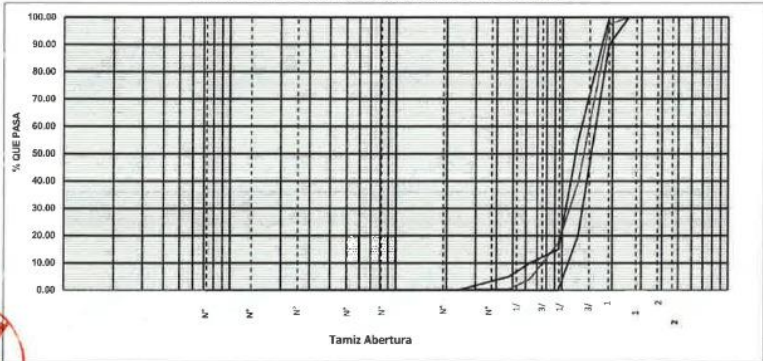
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

NORMA : NTP 400.012; ASTM C136

MATERIAL :	PIEDRA CHANCADA 3/4"-SILLAR RECICLADO 3/4" -HUSO 6	MUESTRA No :	1
CANTERA:	EL ANGEL- AÑASHUAYCO	FECHA DE MUESTREO :	11/12/2021
PROCEDENCIA:	ACOPIO PLANTA UNIDAD PREMEZCLADO - SILLAR DE AÑASHUAYCO	FECHA DE INGRESO :	13/12/2021
ANALIZADO POR:	ELVIO F. -ALDAIR- ROLANDO N	FECHA DE ANÁLISIS :	15/12/2021

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS		
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 400.037	MODULO DE FINURA	TAMAÑO MAX. NOM.	
2 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	6.84	3/4"	
2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP.MASA	1983	kg/m³
1 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2233	kg/m³
1"	0.0	0.00	0.00	100.00	100	PESO VOL. COMPAC.	1215	kg/m³
3/4"	152.1	2.54	2.54	97.46	85-100	PESO VOL. SUELTO	1115	kg/m³
1/2"	3475.0	57.97	60.50	39.50	20-55	% ABSORCIÓN	12.60	%
3/8"	1319.4	22.01	82.51	17.49	0-15	% HUMEDAD	0.56	%
1/4"	805.2	13.43	95.94	4.06	-	% MALLA < # 200	-	%
Nº 4	213.7	3.57	99.51	0.49	0-5	HUSO	6	
Nº 8	17.0	0.28	99.79	0.21	-	OBSERVACIONES: Con adición del 30% de sillar reciclado como parte del agregado grueso.		
Nº 16	0.3	0.01	99.80	0.20	-			
Nº 30	0.5	0.01	99.81	0.19	-			
Nº 50	0.7	0.01	99.82	0.18	-			
Nº 100	2.9	0.05	99.87	0.13	-			
Nº 200	6.8	0.11	99.98	0.02	-			
<Nº 200	1.3	0.02	100.00	0.00	-			
TOTAL:	5994.9	100.00						

GRÁFICO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO



- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar: www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado"

INFORME DE ENSAYO

Informe Nro. 1-0004415

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:
SOLICITA (*): ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA
PROYECTO: RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA 2021
DIRECCION: CANTERA DE ANASHUAYCO, DISTRITO DE CERRO COLORADO, AREQUIPA
F. EMISION: 4/02/2022

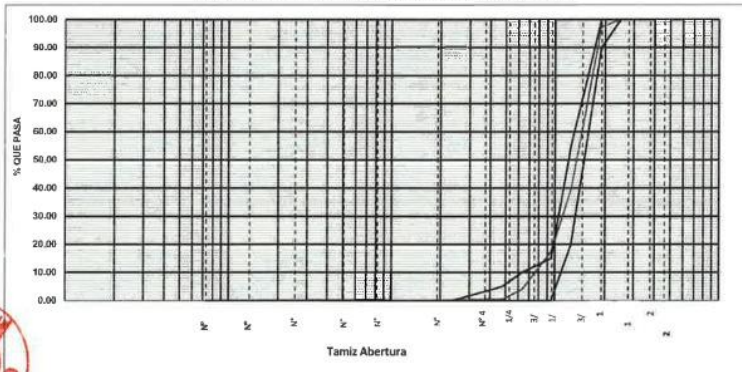
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

NORMA : NTP 400.012; ASTM C136

MATERIAL :	PIEDRA CHANCADA 3/4"-SILLAR RECICLADO 3/4" - HUSO 6	MUESTRA No :	1
CANTERA:	EL ANGEL- AÑASHUAYCO	FECHA DE MUESTREO :	11/12/2021
PROCEDENCIA:	ACOPIO PLANTA UNIDAD PREMEZCLADO - SILLAR DE AÑASHUAYCO	FECHA DE INGRESO :	13/12/2021
ANALIZADO POR:	ELVIO F. - ALDAIR. - ROLANDO N	FECHA DE ANÁLISIS :	16/12/2021

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 400.037	MODULO DE FINURA	
2 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	6.84	
2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MAX. NOM.	3/4"
1 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP.MASA	1720 kg/m³
1"	0.0	0.00	0.00	100.00	100	PESO ESP. SSS	2056 kg/m³
3/4"	152.1	2.54	2.54	97.46	85-100	PESO VOL. COMPAC.	1121 kg/m³
1/2"	3475.0	57.97	60.50	39.50	20-55	PESO VOL. SUELTO	1022 kg/m³
3/8"	1319.4	22.01	82.51	17.49	0-15	% ABSORCIÓN	19.54 %
1/4"	805.2	13.43	95.94	4.06	-	% HUMEDAD	0.64 %
Nº 4	213.7	3.57	99.51	0.49	0-5	% MALLA < # 200	- %
Nº 8	17.0	0.28	99.79	0.21	-	HUSO	6
Nº 16	0.3	0.01	99.80	0.20	-	OBSERVACIONES:	
Nº 30	0.5	0.01	99.81	0.19	-	Con adición del 50% de sillar reciclado como parte del agregado grueso.	
Nº 50	0.7	0.01	99.82	0.18	-		
Nº 100	2.9	0.05	99.87	0.13	-		
Nº 200	6.8	0.11	99.98	0.02	-		
<Nº 200	1.3	0.02	100.00	0.00	-		
TOTAL:	5994.9	100.00					

GRÁFICO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO



[Firma manuscrita]
ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA
 Ingeniero Civil

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

NOMBRE/RAZON SOCIAL: ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA
DNI/RUC: 70484093
NOMBRE DEL PROYECTO: RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA - 2022
DIRECCION DEL PROYECTO: CANTERA DE ANASHUAYCO, DISTRITO DE CERRO COLORADO, AREQUIPA

Informe Nro. 1-0004407

FECHA: 4/02/2022

**ENSAYO: CO - 08
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
NORMA: ASTM C39**

DATOS DE LOS TESTIGOS TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO 4"x 8"

N°	Cliente	Codigo de Diseño	s/c	FECHA		Edad (Días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia (Kg/cm ²)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm ²)
				Moldeo	Ensayo					
1							9.91	21,472	278	
2	EFHC	SI0	0.6	29/12/2021	5/01/2022	7	9.96	21,936	262	276
3							9.95	20,930	269	
4							10.01	18,502	235	
5	EFHC	SI15	0.6	30/12/2021	6/01/2022	7	9.97	17,475	224	224
6							10.08	17,021	213	
7							10.00	14,853	189	
8	EFHC	SI30	0.6	30/12/2021	6/01/2022	7	10.01	14,739	187	186
9							9.96	14,068	181	
10							9.94	12,749	164	
11	EFHC	SI50	0.6	29/12/2021	5/01/2022	7	9.96	13,288	171	163
12							10.01	12,129	154	
13							9.92	26,412	342	
14	EFHC	SI0	0.6	29/12/2021	12/01/2022	14	9.98	25,478	326	333
15							9.98	26,014	333	
16							9.99	21,983	280	
17	EFHC	SI15	0.6	30/12/2021	13/01/2022	14	10.01	20,681	263	272
18							10.03	21,499	272	
19							9.91	18,192	236	
20	EFHC	SI30	0.6	30/12/2021	13/01/2022	14	9.96	18,355	235	238
21							10.01	19,120	243	
22							10.00	15,596	199	
23	EFHC	SI50	0.6	29/12/2021	12/01/2022	14	10.01	15,771	203	197
24							9.96	15,553	193	
25							9.91	28,546	370	
26	EFHC	SI0	0.6	29/12/2021	26/01/2022	28	9.90	26,783	374	361
27							9.87	25,969	340	
28							9.96	21,139	277	
29	EFHC	SI15	0.6	30/12/2021	27/01/2022	28	9.92	23,310	302	296
30							9.84	23,461	309	
31							9.89	20,752	270	
32	EFHC	SI30	0.6	30/12/2021	27/01/2022	28	9.81	20,082	266	260
33							9.79	18,461	245	
34							9.89	16,228	211	
35	EFHC	SI50	0.6	29/12/2021	26/01/2022	28	9.91	16,676	216	212
36							9.98	16,249	208	

Observaciones

(*) Datos proporcionados por el cliente.



[Handwritten Signature]
ING. CAROLINA GARCIA CHIL
Registro 140279, Colegiado

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

NOMBRE/RAZON SOCIAL: ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA
DNI/RUC : 70464093
NOMBRE DEL PROYECTO: RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA - 2022
DIRECCION DEL PROYECTO: CANTERA DE AÑASHUAYCO, DISTRITO DE CERRO COLORADO, AREQUIPA

Informe Nro. 1- 0004406
FECHA: 4/02/2022

**ENSAYO: CO - 08
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO
NORMA: ASTM C496**

DATOS DE LOS TESTIGOS TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO 4"x 8"

N°	Cliente	Codigo de Diseño	a/c	FECHA		Edad (Días)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia (Kg/cm²)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm²)
				Moldeo	Ensayo						
1							9.88	20.42	6.581	21	
2	EFHC	SI0	0.6	29/12/2021	5/01/2022	7	9.97	20.45	7.527	24	22
3							9.95	20.61	6.917	21	
4							10.02	20.41	6.009	19	
5	EFHC	SI15	0.6	30/12/2021	6/01/2022	7	9.91	20.36	5.811	18	19
6							9.88	20.51	6.145	19	
7							9.96	20.73	4.659	14	
8	EFHC	SI30	0.6	30/12/2021	6/01/2022	7	9.89	20.81	4.905	15	15
9							9.88	20.71	4.556	14	
10							9.94	20.54	4.023	13	
11	EFHC	SI50	0.6	29/12/2021	5/01/2022	7	9.98	20.48	3.927	12	13
12							10.01	20.95	4.145	13	
13							9.92	20.81	9.219	28	
14	EFHC	SI0	0.6	29/12/2021	12/01/2022	14	9.81	20.75	10.121	32	30
15							9.75	20.69	9.645	30	
16							10.01	20.89	8.198	25	
17	EFHC	SI15	0.6	30/12/2021	13/01/2022	14	9.99	20.42	7.984	25	25
18							9.95	20.49	8.228	26	
19							9.98	20.42	7.392	23	
20	EFHC	SI30	0.6	30/12/2021	13/01/2022	14	9.94	20.51	6.194	19	21
21							9.98	20.68	6.475	20	
22							9.98	20.42	5.479	17	
23	EFHC	SI50	0.6	29/12/2021	12/01/2022	14	9.96	20.51	6.281	19	18
24							9.92	20.59	5.698	18	
25							8.89	20.51	9.892	34	
26	EFHC	SI0	0.6	29/12/2021	26/01/2022	28	9.90	20.53	9.004	28	33
27							9.83	20.49	11.556	37	
28							9.92	20.62	8.677	27	
29	EFHC	SI15	0.6	30/12/2021	27/01/2022	28	9.87	20.50	8.675	27	27
30							9.92	20.65	8.808	27	
31							9.85	20.74	7.343	23	
32	EFHC	SI30	0.6	30/12/2021	27/01/2022	28	9.79	20.61	7.839	25	23
33							10.01	20.59	6.967	22	
34							9.91	20.86	6.967	22	
35	EFHC	SI50	0.6	29/12/2021	28/01/2022	28	9.95	20.81	5.903	18	20
36							9.94	20.67	6.495	20	

Observaciones
(*) Datos proporcionados por el cliente.



[Handwritten Signature]
ING. CP. JUAN ANTONIO CHARRA CHIRRA
Registro 145879 - CIVIL

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

NOMBRE/RAZON SOCIAL: ELVIO FERDINAND HUAMAN CASAPERALTA
DNI/RUC : 70484093
NOMBRE DEL PROYECTO: RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA - 2022
DIRECCION DEL PROYECTO: CANTERA DE ANASHUAYCO, DISTRITO DE CERRO COLORADO, AREQUIPA

Informe Nro. 1-0004405

FECHA: 4/02/2022

ENSAYO: CO - 08
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS DOS TERCIOS DEL TRAMO
NORMA: ASTM C 78

DATOS DE LOS TESTIGOS VIGAS PRISMÁTICAS 20"x 6" x 6"

N°	Cliente	Codigo de Diseño	a/c	FECHA		Edad (Días)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia (Kg/cm²)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm²)
				Moldeo	Ensayo							
1	EFHC	S10	0,6	13/01/2022	27/01/2022	14	45,00	15,04	15,03	201	27	27
2							45,00	15,02	14,98	195	27	
3							45,00	15,01	15,02	192	26	
4	EFHC	S15	0,6	13/01/2022	27/01/2022	14	45,00	14,98	15,04	175	24	24
5							45,00	14,99	15,10	181	24	
6							45,00	15,01	15,07	183	25	
7	EFHC	S30	0,6	14/01/2022	28/01/2022	14	45,00	14,95	15,10	166	22	22
8							45,00	15,02	15,07	169	23	
9							45,00	14,99	15,04	165	22	
10	EFHC	S100	0,6	14/01/2022	28/01/2022	14	45,00	15,05	15,01	151	20	20
11							45,00	15,01	15,05	147	20	
12							45,00	14,98	15,10	149	20	
13	EFHC	S10	0,6	30/12/2021	27/01/2022	28	45,00	14,98	15,02	274	37	37
14							45,00	14,96	15,05	266	36	
15							46,00	16,01	16,04	281	38	
16	EFHC	S15	0,6	30/12/2021	27/01/2022	28	45,00	15,05	15,03	204	30	35
17							45,00	15,02	15,07	251	34	
18							45,00	15,06	15,03	255	34	
19	EFHC	S30	0,6	31/12/2021	28/01/2022	28	45,00	14,99	15,08	205	28	28
20							45,00	15,03	15,05	201	27	
21							45,00	15,07	15,06	212	28	
22	EFHC	S100	0,6	31/12/2021	28/01/2022	28	45,00	15,01	15,02	186	25	25
23							45,00	15,05	15,06	195	26	
24							45,00	14,99	15,04	181	24	

Observaciones
(* Datos proporcionados por el cliente.



[Handwritten Signature]
ING. CP. JUAN ANTONIO CHURCA CHURCA
Pasapero 1456191 CIVIL

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el alcance de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada, por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

ANEXO 4. MEMORIA DE CÁLCULO

Diseño de mezcla para 0 % de sillar

DISEÑO DE MEZCLAS CONCRETO MÉTODO ACI	
<i>PROYECTO</i>	RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO. AREQUIPA 2021
<i>LOCALIZACION</i>	AREQUIPA -AREQUIPA
- CANTERA - AGREGADO FINO	HORMIGONERAS DEL SUR
- CANTERA - AGREGADO GRUESO	EL ANGEL
<i>FECHA</i>	21/12/2021

1.00.- PARAMETROS DE DISEÑO

<i>Resistencia de diseño promedio especificada f_c</i>	295	kg/cm ²
<i>Uso (tipo de estructura)</i>	Viga	
<i>Consistencia</i>	Plástica	
<i>asentamiento</i>	3" a 4"	

2.00.- PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

2.01.- CEMENTO

Tipo de cemento : Portland Tipo HE- YURA
 Peso específico : 3150 Kg/cm³

2.02.- AGUA

El agua debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo.

Peso específico : 1000 Kg/m³

2.03.- AGREGADO FINO

Modulo de Fineza	<i>MF</i>	2.96	
Peso específico de la masa		2450	kg/m ³
Contenido de Humedad	<i>wf</i>	1.757	%
Absorción	<i>Af</i>	1.832	%

2.04.- AGREGADO GRUESO

Tamaño Maximo Nominal	<i>TMN</i>	3/4"	
Peso específico de la masa		2320	kg/m ³
Peso específico seco compactado		1536	kg/m ³
Contenido de Humedad	<i>wg</i>	0.43	%
Absorción	<i>Ag</i>	1.32	%

3.00.- PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLA

3.01.- ASENTAMIENTO

Medida de la consistencia del concreto fresco, también llamado revenimiento. Existen diferentes tipos de consistencias las mas comunes son; seca, plástica y fluida

<i>CONSISTENCIA</i>	<i>ASENTAMIENTO</i>
Plástica	3" a 4"

3.02.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

ASENTAMIENTO	Agua en 1/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Volumen de agua por metro cúbico de concreto = **205** Lts/m³

3.03.- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO (%)
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Volumen de aire atrapado en el concreto = **2.0** %

3.04.- RELACIÓN AGUA / CEMENTO

f _c 28 Días	RELACIÓN AGUA / CEMENTO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.80	0.71
175	0.75	0.66
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Relación a/c para concreto f_{cr}=241.5 a/c = 0.6

3.05.- CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = $\frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relación A/C}}$ C = **341.67** kg/m³

Cantidad de bolsas de cemento de 42.50kg para 1m³ de concreto

$$\text{Cemento} = \frac{341.67}{42.5} \quad C = 8.04 \quad \text{bolsas/m}^3$$

3.06.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por m³ de concreto, para diversos modulos de fineza

MODULO DE FINEZA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
2.40	0.50	0.59	0.66	0.71	0.75	0.78	0.82	0.87
2.60	0.48	0.57	0.64	0.69	0.73	0.76	0.79	0.85
2.80	0.46	0.55	0.62	0.67	0.71	0.74	0.78	0.83
3.00	0.44	0.53	0.6	0.65	0.7	0.72	0.75	0.81

$$\begin{aligned} \text{Volumen de agregado grueso seco compactado} \quad VAG &= 0.60 \\ \text{Peso del agregado grueso seco:} \quad 0.60 * 1536 &= \mathbf{927.74} \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.07.- VOLUMEN ABSOLUTO

$$V. \text{ Cemento} = \frac{\text{Cemento}}{\text{Peso especifico del cemento}} \quad VC = 0.11 \text{ m}^2$$

$$V. \text{ Agua} = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Peso especifico del agua}} \quad VA = 0.205 \text{ m}^3$$

$$V. \text{ Aire} = \frac{\text{Volumen de aire atrapado}}{100} \quad Vair. = 0.02 \text{ m}^3$$

$$V. \text{ Agregado grueso} = \frac{\text{Peso agregado grueso seco}}{\text{Peso especifico del agregado grueso}} \quad VAg. = 0.40 \text{ m}^3$$

$$\text{TOTAL DE VOLUMEN ABSOLUTO} = \mathbf{0.73} \text{ m}^3$$

3.08.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO

$$\begin{aligned} V. \text{ Agregado fino} &= 1 - \text{Total de volumen absoluto} \quad Vaf. = 0.27 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del agregado fino seco:} \quad 0.27 * 2450 &= \mathbf{653.28} \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.09.- CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO

- CEMENTO	=	341.67 kg/m ³
- AGUA	=	205.00 Lts/m ³
- AGREGADO FINO (Seco)	=	653.28 kg/m ³
- AGREGADO GRUESO (Seco)	=	927.74 kg/m ³

3.10.- CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADO

- PESO AGREGADO FINO HUMEDO

$$P. \text{ hum. Del agregado fino} = (1 + \%wf) * (\text{Ag. Fino seco})$$

$$P. \text{ hum. Del agregado fino} = 1.0176 * (653.28) + 653.28 = \mathbf{664.76} \text{ kg/m}^3$$

- PESO AGREGADO GRUESO HUMEDO

$$P. \text{ hum. Del agregado fino} = (1 + \%wg) * (\text{Ag. Grueso seco})$$

$$P. \text{ hum. Del agregado fino} = 1.0043 * (927.74) + 927.74 = \mathbf{931.73} \text{ kg/m}^3$$

3.11.- AGUA REAL

- Balance de agua en los agregados

Balance de agua en el agregado fino	=	<i>wf</i>	-	<i>Af</i>		
Balance de agua en el agregado fino	=	1.76	-	1.83	=	-0.08 %
Balance de agua en el agregado grueso	=	<i>wg</i>	-	<i>Ag</i>		
Balance de agua en el agregado grueso	=	0.43	-	1.32	=	-0.89 %

- Contribución de agua de los agregados

Contribución de agua AF =	Ag. Fino seco *	0.0008	=	0.49	Lts/m3
Contribución de agua AG =	Ag. Grueso seco *	0.0089	=	8.26	Lts/m3
				8.75	Lts/m3

AGUA REAL = 205.00 + 8.75 = **213.75** Lts/m3

3.00.- DISEÑO FINAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

- CEMENTO	=	341.67 kg/m3	342 kg/m3
- AGUA REAL	=	213.75 Lts/m3	214 Lts/m3
- AGREGADO FINO HUMEDO	=	664.76 kg/m5	665 kg/m5
- AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	931.73 kg/m6	932 kg/m6

3.01.- PROPORCION EN PESO

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
<u>341.67</u>	<u>664.76</u>	<u>931.73</u>	<u>213.75</u>
341.67	341.67	341.67	8.04

DOSIFICACIÓN : **1** : **1.95** : **2.73** : **26.59** Lts/bolsa

3.02.- CANTIDAD POR BOLSA O SACO

- Cemento	(42.5)	=	42.5 Kg/bolsa
- Agregado Fino	(42.5)	=	82.689 Kg/bolsa
- Agregado Grueso	(42.5)	=	115.9 Kg/bolsa
- Agua	(42.5)	=	26.588 Kg/bolsa

Diseño de mezcla para 15 % de sillar

DISEÑO DE MEZCLAS CONCRETO MÉTODO ACI

PROYECTO	RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA 2021
LOCALIZACION	AREQUIPA -AREQUIPA
- CANTERA - AGREGADO FINO	HORMIGONERAS DEL SUR
- CANTERA - AGREGADO GRUESO	EL ANGEL - ANASHUAYCO
FECHA	21/12/2021

1.00.- PARAMETROS DE DISEÑO

Resistencia de diseño promedio especificada f_c	295	kg/cm ²
Uso (tipo de estructura)	Viga	
Consistencia	Plástica	
asentamiento	3" a 4"	

2.00.- PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

2.01.- CEMENTO

Tipo de cemento	:	Portland Tipo IP HE - YURA
Peso específico	:	3150 Kg/m ³

2.02.- AGUA

El agua debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo.

Peso específico	:	1000 Kg/m ³
-----------------	---	------------------------

2.03.- AGREGADO FINO

Modulo de Fineza	MF	:	2.96	
Peso específico de la masa		:	2450	kg/m ³
Contenido de Humedad	wf	:	1.757	%
Absorción	Af	:	1.832	%

2.04.- AGREGADO GRUESO

Tamaño Maximo Nominal	TMN	:	3/4"	
Peso específico de la masa		:	2150	kg/m ³
Peso específico seco compactado		:	1364	kg/m ³
Contenido de Humedad	wg	:	0.42	%
Absorción	Ag	:	7.04	%

3.00.- PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLA

3.01.- ASENTAMIENTO

Medida de la consistencia del concreto fresco, también llamado revenimiento. Existen diferentes tipos de consistencias las mas comunes son; seca, plástica y fluida

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Plástica	3" a 4"

3.02.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

ASENTAMIENTO	Agua en 1/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Volumen de agua por metro cúbico de concreto = **205** Lts/m³

3.03.- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO (%)
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Volumen de aire atrapado en el concreto = **2.0** %

3.04.- RELACIÓN AGUA / CEMENTO

f'c 28 Días	RELACIÓN AGUA / CEMENTO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.80	0.71
175	0.75	0.66
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Relación a/c para concreto f'cr=241.5 a/c = 0.6

3.05.- CANTIDAD DE CEMENTO

$$Cemento = \frac{Volumen\ Unitario\ de\ Agua}{Relación\ A/C} \quad C = \underline{\underline{341.67}} \text{ kg/m}^3$$

Cantidad de bolsas de cemento de 42.50kg para 1m³ de concreto

$$\text{Cemento} = \frac{341.67}{42.5} \quad C = 8.04 \quad \text{bolsas/m}^3$$

3.06.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por m³ de concreto, para diversos modulos de fineza

MODULO DE FINEZA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
2.40	0.50	0.59	0.66	0.71	0.75	0.78	0.82	0.87
2.60	0.48	0.57	0.64	0.69	0.73	0.76	0.79	0.85
2.80	0.46	0.55	0.62	0.67	0.71	0.74	0.78	0.83
3.00	0.44	0.53	0.6	0.65	0.7	0.72	0.75	0.81

$$\begin{aligned} \text{Volumen de agregado grueso seco compactado} \quad VAG &= 0.60 \\ \text{Peso del agregado grueso seco:} \quad 0.60 * 1364 &= \mathbf{823.86} \quad \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.07.- VOLUMEN ABSOLUTO

$$\begin{aligned} V. \text{Cemento} &= \frac{\text{Cemento}}{\text{Peso específico del cemento}} & VC &= 0.11 \quad \text{m}^2 \\ V. \text{Agua} &= \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Peso específico del agua}} & VA &= 0.205 \quad \text{m}^3 \\ V. \text{Aire} &= \frac{\text{Volumen de aire atrapado}}{100} & Vair. &= 0.02 \quad \text{m}^3 \\ V. \text{Agregado grueso} &= \frac{\text{Peso agregado grueso seco}}{\text{Peso específico del agregado grueso}} & VAg. &= 0.38 \quad \text{m}^3 \\ \text{TOTAL DE VOLUMEN ABSOLUTO} & & &= \mathbf{0.72} \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

3.08.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO

$$\begin{aligned} V. \text{Agregado fino} &= 1 - \text{Total de volumen absoluto} & Vaf. &= 0.28 \quad \text{m}^3 \\ \text{Peso del agregado fino seco:} \quad 0.28 * 2450 &= \mathbf{694.20} \quad \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.09.- CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO

- CEMENTO	=	341.67 kg/m ³
- AGUA	=	205.00 Lts/m ³
- AGREGADO FINO (Seco)	=	694.20 kg/m ³
- AGREGADO GRUESO (Seco)	=	823.86 kg/m ³

3.10.- CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADO

- PESO AGREGADO FINO HUMEDO

$$\begin{aligned} \text{P. hum. Del agregado fino} &= (1 + \%wf) * (\text{Ag. Fino seco}) \\ \text{P. hum. Del agregado fino} &= 1.0176 * (694.20) + 694.20 = \mathbf{706.39} \quad \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

- PESO AGREGADO GRUESO HUMEDO

$$\begin{aligned} \text{P. hum. Del agregado fino} &= (1 + \%wg) * (\text{Ag. Grueso seco}) \\ \text{P. hum. Del agregado fino} &= 1.0042 * (823.86) + 823.86 = \mathbf{827.32} \quad \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.11.- AGUA REAL

- Balance de agua en los agregados

Balance de agua en el agregado fino	=	<i>wf</i>	-	<i>Af</i>		
Balance de agua en el agregado fino	=	1.76	-	1.83	=	-0.08 %
Balance de agua en el agregado grueso	=	<i>wg</i>	-	<i>Ag</i>		
Balance de agua en el agregado grueso	=	0.42	-	7.04	=	-6.62 %

- Contribución de agua de los agregados

Contribución de agua AF =	Ag. Fino seco *	0.0008	=	0.52	Lts/m3
Contribución de agua AG =	Ag. Grueso seco *	0.0662	=	54.54	Lts/m3
				55.06	Lts/m3

AGRA REAL = 205.00 + 55.06 = **260.06** Lts/m3

3.00.- DISEÑO FINAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

- CEMENTO	=	341.67 kg/m3	342 kg/m3
- AGUA REAL	=	260.06 Lts/m3	260 Lts/m3
- AGREGADO FINO HUMEDO	=	706.39 kg/m5	706 kg/m5
- AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	827.32 kg/m6	827 kg/m6

3.01.- PROPORCION EN PESO

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
<u>341.67</u>	<u>706.39</u>	<u>827.32</u>	<u>260.06</u>
341.67	341.67	341.67	8.04

DOSIFICACIÓN : **1** : **2.07** : **2.42** : **32.35** Lts/bolsa

3.02.- CANTIDAD POR BOLSA O SACO

- Cemento	▶ (42.5)	=	42.5 Kg/bolsa	10.625
- Agregado Fino	▶ (42.5)	=	87.868 Kg/bolsa	21.9671
- Agregado Grueso	▶ (42.5)	=	102.91 Kg/bolsa	25.7275
- Agua	▶ (42.5)	=	32.349 Kg/bolsa	8.08723

Diseño de mezcla para 30 % de sillar

DISEÑO DE MEZCLAS CONCRETO MÉTODO ACI

PROYECTO	RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA 2021
LOCALIZACION	AREQUIPA -AREQUIPA
- CANTERA - AGREGADO FINO	HORMIGONERAS DEL SUR
- CANTERA - AGREGADO GRUESO	EL ANGEL - ANASHUAYCO
FECHA	21/12/2021

1.00.- PARAMETROS DE DISEÑO

Resistencia de diseño promedio especificada f_c	295	kg/cm ²
Uso (tipo de estructura)	Viga	
Consistencia	Plástica	
asentamiento	3" a 4"	

2.00.- PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

2.01.- CEMENTO

Tipo de cemento	:	Portland Tipo IP HE - YURA
Peso específico	:	3150 Kg/cm ³

2.02.- AGUA

El agua debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo.

Peso específico	:	1000 Kg/m ³
-----------------	---	------------------------

2.03.- AGREGADO FINO

Modulo de Fineza	MF	:	2.96	
Peso específico de la masa		:	2450	kg/m ³
Contenido de Humedad	wf	:	1.757	%
Absorción	Af	:	1.832	%

2.04.- AGREGADO GRUESO

Tamaño Maximo Nominal	TMN	:	3/4"	
Peso específico de la masa		:	1983	kg/m ³
Peso específico seco compactado		:	1215	kg/m ³
Contenido de Humedad	wg	:	0.561	%
Absorción	Ag	:	12.6	%

3.00.- PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLA

3.01.- ASENTAMIENTO

Medida de la consistencia del concreto fresco, también llamado revenimiento. Existen diferentes tipos de consistencias las mas comunes son; seca, plástica y fluida

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Plástica	3" a 4"

3.02.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

ASENTAMIENTO	Agua en 1/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Volumen de agua por metro cubico de concreto = **205** Lts/m³

3.03.- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO (%)
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Volumen de aire atrapado en el concreto = **2.0** %

3.04.- RELACIÓN AGUA / CEMENTO

f'c 28 Días	RELACIÓN AGUA / CEMENTO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.80	0.71
175	0.75	0.66
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Relación a/c para concreto f'c=241.5 a/c = 0.6

3.05.- CANTIDAD DE CEMENTO

$$Cemento = \frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relación A/C}} \quad C = \underline{\underline{341.67}} \text{ kg/m}^3$$

Cantidad de bolsas de cemento de 42.50kg para 1m³ de concreto

$$\text{Cemento} = \frac{341.67}{42.5} \quad C = 8.04 \quad \text{bolsas/m}^3$$

3.06.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por m³ de concreto, para diversos modulos de fineza

MODULO DE FINEZA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
2.40	0.50	0.59	0.66	0.71	0.75	0.78	0.82	0.87
2.60	0.48	0.57	0.64	0.69	0.73	0.76	0.79	0.85
2.80	0.46	0.55	0.62	0.67	0.71	0.74	0.78	0.83
3.00	0.44	0.53	0.6	0.65	0.7	0.72	0.75	0.81

$$\begin{aligned} \text{Volumen de agregado grueso seco compactado} \quad VAG &= 0.60 \\ \text{Peso del agregado grueso seco:} \quad 0.60 * 1215 &= \mathbf{733.86} \quad \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.07.- VOLUMEN ABSOLUTO

$$\begin{aligned} V. \text{Cemento} &= \frac{\text{Cemento}}{\text{Peso especifico del cemento}} & VC &= 0.11 \quad \text{m}^2 \\ V. \text{Agua} &= \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Peso especifico del agua}} & VA &= 0.205 \quad \text{m}^3 \\ V. \text{Aire} &= \frac{\text{Volumen de aire atrapado}}{100} & Vair. &= 0.02 \quad \text{m}^3 \\ V. \text{Agregado grueso} &= \frac{\text{Peso agregado grueso seco}}{\text{Peso especifico del agregado grueso}} & VAg. &= 0.37 \quad \text{m}^3 \\ \text{TOTAL DE VOLUMEN ABSOLUTO} & & &= \mathbf{0.70} \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

3.08.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO

$$\begin{aligned} V. \text{Agregado fino} &= 1 - \text{Total de volumen absoluto} & Vaf. &= 0.30 \quad \text{m}^3 \\ \text{Peso del agregado fino seco:} \quad 0.30 * 2450 &= \mathbf{726.32} \quad \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.09.- CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO

$$\begin{aligned} - \text{CEMENTO} &= \mathbf{341.67} \quad \text{kg/m}^3 \\ - \text{AGUA} &= \mathbf{205.00} \quad \text{Lts/m}^3 \\ - \text{AGREGADO FINO (Seco)} &= \mathbf{726.32} \quad \text{kg/m}^3 \\ - \text{AGREGADO GRUESO (Seco)} &= \mathbf{733.86} \quad \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.10.- CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADO

- PESO AGREGADO FINO HUMEDO

$$\begin{aligned} \text{P. hum. Del agregado fino} &= (1 + \%wf) * (\text{Ag. Fino seco}) \\ \text{P. hum. Del agregado fino} &= 1.0176 * (726.32) + 726.32 = \mathbf{739.09} \quad \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

- PESO AGREGADO GRUESO HUMEDO

$$\begin{aligned} \text{P. hum. Del agregado fino} &= (1 + \%wg) * (\text{Ag. Grueso seco}) \\ \text{P. hum. Del agregado fino} &= 1.0056 * (733.86) + 733.86 = \mathbf{737.98} \quad \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.11.- AGUA REAL

- Balance de agua en los agregados

Balance de agua en el agregado fino	=	<i>wf</i>	-	<i>Af</i>		
Balance de agua en el agregado fino	=	1.76	-	1.83	=	-0.08 %
Balance de agua en el agregado grueso	=	<i>wg</i>	-	<i>Ag</i>		
Balance de agua en el agregado grueso	=	0.56	-	12.60	=	-12.04 %

- Contribución de agua de los agregados

Contribución de agua AF =	Ag. Fino seco *	0.0008	=	0.54	Lts/m3
Contribución de agua AG =	Ag. Grueso seco *	0.1204	=	88.35	Lts/m3
				88.89	Lts/m3

AGUA REAL = 205.00 + 88.89 = **293.89** Lts/m3

3.00.- DISEÑO FINAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

- CEMENTO	=	341.67 kg/m3	342 kg/m3
- AGUA REAL	=	293.89 Lts/m3	294 Lts/m3
- AGREGADO FINO HUMEDO	=	739.09 kg/m5	739 kg/m5
- AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	737.98 kg/m6	738 kg/m6

3.01.- PROPORCION EN PESO

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
<u>341.67</u>	<u>739.09</u>	<u>737.98</u>	<u>293.89</u>
341.67	341.67	341.67	8.04

DOSIFICACIÓN : **1** : **2.16** : **2.16** : **36.56** Lts/bolsa

3.02.- CANTIDAD POR BOLSA O SACO

- Cemento	↙ (42.5)	=	42.5 Kg/bolsa
- Agregado Fino	↙ (42.5)	=	91.935 Kg/bolsa
- Agregado Grueso	↙ (42.5)	=	91.797 Kg/bolsa
- Agua	↙ (42.5)	=	36.558 Kg/bolsa

Diseño de mezcla para 50 % de sillar

DISEÑO DE MEZCLAS CONCRETO MÉTODO ACI

PROYECTO	RESISTENCIA MECÁNICA DE CONCRETO MODIFICADO CON SILLAR RECICLADO COMO PARTE DEL AGREGADO, AREQUIPA 2021
LOCALIZACION	AREQUIPA - AREQUIPA
- CANTERA - AGREGADO FINO	HORMIGONERAS DEL SUR
- CANTERA - AGREGADO GRUESO	EL ANGEL - AÑASHUAYCO
FECHA	21/12/2021

1.00.- PARAMETROS DE DISEÑO

Resistencia de diseño promedio especificada f_c	295	kg/cm ²
Uso (tipo de estructura)	Viga	
Consistencia	Plástica	
asentamiento	3" a 4"	

2.00.- PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

2.01.- CEMENTO

Tipo de cemento	:	Portland Tipo HE - YURA	
Peso específico	:	3150	Kg/m ³

2.02.- AGUA

El agua debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo.

Peso específico	:	1000	Kg/m ³
-----------------	---	------	-------------------

2.03.- AGREGADO FINO

Modulo de Fineza	MF	:	2.96	
Peso específico de la masa		:	2450	kg/m ³
Contenido de Humedad	wf	:	1.757	%
Absorción	Af	:	1.832	%

2.04.- AGREGADO GRUESO

Tamaño Maximo Nominal	TMN	:	3/4"	
Peso específico de la masa		:	1720	kg/m ³
Peso específico seco compactado		:	1121	kg/m ³
Contenido de Humedad	wg	:	0.637	%
Absorción	Ag	:	19.54	%

3.00.- PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLA

3.01.- ASENTAMIENTO

Medida de la consistencia del concreto fresco, también llamado revenimiento. Existen diferentes tipos de consistencias las mas comunes son; seca, plástica y fluida

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Plástica	3" a 4"

3.02.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

ASENTAMIENTO	Agua en 1/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Volumen de agua por metro cúbico de concreto = **205** Lts/m³

3.03.- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO (%)
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Volumen de aire atrapado en el concreto = **2.0** %

3.04.- RELACIÓN AGUA / CEMENTO

f _c 28 Días	RELACIÓN AGUA / CEMENTO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.80	0.71
175	0.75	0.66
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Relación a/c para concreto f_{cr}=241.5 a/c = 0.6

3.05.- CANTIDAD DE CEMENTO

$$Cemento = \frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relación A/C}} \quad C = \underline{\underline{341.67}} \text{ kg/m}^3$$

Cantidad de bolsas de cemento de 42.50kg para 1m³ de concreto

$$\text{Cemento} = \frac{341.67}{42.5} \quad C = 8.04 \quad \text{bolsas/m}^3$$

3.06.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por m3 de concreto, para diversos modulos de fineza

MODULO DE FINEZA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
2.40	0.50	0.59	0.66	0.71	0.75	0.78	0.82	0.87
2.60	0.48	0.57	0.64	0.69	0.73	0.76	0.79	0.85
2.80	0.46	0.55	0.62	0.67	0.71	0.74	0.78	0.83
3.00	0.44	0.53	0.6	0.65	0.7	0.72	0.75	0.81

$$\begin{aligned} \text{Volumen de agregado grueso seco compactado} \quad VAG &= 0.60 \\ \text{Peso del agregado grueso seco:} \quad 0.60 * 1121 &= \underline{677.08} \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.07.- VOLUMEN ABSOLUTO

$$V. \text{ Cemento} = \frac{\text{Cemento}}{\text{Peso especifico del cemento}} \quad VC = 0.11 \text{ m}^2$$

$$V. \text{ Agua} = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Peso especifico del agua}} \quad VA = 0.205 \text{ m}^3$$

$$V. \text{ Aire} = \frac{\text{Volumen de aire atrapado}}{100} \quad \text{Vair.} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$V. \text{ Agregado grueso} = \frac{\text{Peso agregado grueso seco}}{\text{Peso especifico del agregado grueso}} \quad VAg. = 0.39 \text{ m}^3$$

$$\text{TOTAL DE VOLUMEN ABSOLUTO} = \underline{0.73} \text{ m}^3$$

3.08.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO

$$V. \text{ Agregado fino} = 1 - \text{Total de volumen absoluto} \quad Vaf. = 0.27 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino seco:} \quad 0.27 * 2450 = \underline{668.56} \text{ kg/m}^3$$

3.09.- CANTIDAD DE MATERIAL POR m3 DE CONCRETO

$$\text{- CEMENTO} = 341.67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- AGUA} = 205.00 \text{ Lts/m}^3$$

$$\text{- AGREGADO FINO (Seco)} = 668.56 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- AGREGADO GRUESO (Seco)} = 677.08 \text{ kg/m}^3$$

3.10.- CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADO

- PESO AGREGADO FINO HUMEDO

$$P. \text{ hum. Del agregado fino} = (1 + \%wf) * (\text{Ag. Fino seco})$$

$$P. \text{ hum. Del agregado fino} = 1.0176 * (668.56) + 668.56 = \underline{680.30} \text{ kg/m}^3$$

- PESO AGREGADO GRUESO HUMEDO

$$P. \text{ hum. Del agregado fino} = (1 + \%wg) * (\text{Ag. Grueso seco})$$

$$P. \text{ hum. Del agregado fino} = 1.0064 * (677.08) + 677.08 = \underline{681.40} \text{ kg/m}^3$$

3.11.- AGUA REAL

- Balance de agua en los agregados

Balance de agua en el agregado fino	=	<i>wf</i>	-	<i>Af</i>		
Balance de agua en el agregado fino	=	1.76	-	1.83	=	-0.08 %
Balance de agua en el agregado grueso	=	<i>wg</i>	-	<i>Ag</i>		
Balance de agua en el agregado grueso	=	0.64	-	19.54	=	-18.90 %

- Contribución de agua de los agregados

Contribución de agua AF =	Ag. Fino seco *	0.0008	=	0.50	Lts/m3
Contribución de agua AG =	Ag. Grueso seco *	0.1890	=	127.99	Lts/m3
				128.49	Lts/m3

AGUA REAL = 205.00 + ### = **333.49** Lts/m3

3.00.- DISEÑO FINAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

- CEMENTO	=	341.67 kg/m3	342 kg/m3
- AGUA REAL	=	333.49 Lts/m3	333 Lts/m3
- AGREGADO FINO HUMEDO	=	680.30 kg/m5	680 kg/m5
- AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	681.40 kg/m6	681 kg/m6

3.01.- PROPORCION EN PESO

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
341.67	680.30	681.40	333.49
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
341.67	341.67	341.67	8.04

DOSIFICACIÓN : **1** : **1.99** : **1.99** : **41.48** Lts/bolsa

3.02.- CANTIDAD POR BOLSA O SACO

- Cemento	∇ (42.5)	=	42.5 Kg/bolsa	10.625
- Agregado Fino	∇ (42.5)	=	84.623 Kg/bolsa	21.1558
- Agregado Grueso	∇ (42.5)	=	84.759 Kg/bolsa	21.1898
- Agua	∇ (42.5)	=	41.483 Kg/bolsa	10.3707

ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO

IMAGEN 1: CUARTEO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA



IMAGEN 2: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (TAMIZADO).



IMAGEN 3: ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS



IMAGEN 4: PREPARACIÓN DE LOS MOLDES PARA EL VACIADO



IMAGEN 5: ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO O PRUEBA DEL CONO DE ABRAMS



IMAGEN 6: CURADO DE LAS BRIQUETAS



IMAGEN 7: ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA



IMAGEN 8: ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS A DOS TERCIOS DE LA VIGA



IMAGEN 9: RESULTADOS DEL ENSAYO POR FLEXIÓN DE VIGA

