

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO
ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA
RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA – 2022
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE

Asesor:

Mg. Ing. DONALD GORKI COLLANTES DELGADO

Chota – Perú

2025



Colpa Matara, 21 de julio del 2025.

C.O. N° 25-2025-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA – 2022”**, elaborado por el bachiller en ingeniería civil: **JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 11% excluyendo texto citado, bibliografía y fuentes que tengan coincidencias de menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.




Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.


Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE

SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESI...

-  Informe Final de Tesis
-  UNIDAD DE INVESTIGACION FIC 2025-1
-  Universidad Nacional Autonoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3299990208

Fecha de entrega

21 jul 2025, 11:01 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

21 jul 2025, 12:13 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME_FINAL_Jorge_Luis_Colunche_Bustamante_05.07.25.docx

Tamaño de archivo

13.4 MB

168 Páginas

31.911 Palabras

175.580 Caracteres




11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
51 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unach.edu.pe	3%
2	Internet	hdl.handle.net	3%
3	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	1%
4	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco	<1%
5	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
6	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
7	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
8	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
9	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	<1%

12	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte	<1%
14	Internet	repositorio.unamba.edu.pe	<1%
15	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
16	Publicación	Alfárez Huilca, Cristian. "Clima organizacional y satisfacción laboral en docentes ..."	<1%
17	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad Ricardo Palma	<1%
19	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
20	Trabajos del estudiante	Universidad Católica Sedes Sapientiae	<1%
21	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
22	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
23	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
24	Publicación	Mamani Zela, Sarpita. "Los informes de auditoría emitidos por los órganos de con..."	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Alas Peruanas	<1%

26	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
27	Internet	inba.info	<1%
28	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
29	Publicación	Armando Nicolás Moreno, Marco Antonio García Lobato, Felipe Avalos Bemolte, E...	<1%
30	Publicación	J. A. Vázquez-Ovando, J. G. Rosado-Rubio, L. A. Chel-Guerrero, D. A. Betancur-Anco...	<1%
31	Publicación	Quenta Flores, Darwin. "Efecto del reciclado de las fibras de las botellas PET en la..."	<1%
32	Publicación	Ramos, Maria Milagros Gutierrez. "Comportamiento a Flexión de Vigas de Concre..."	<1%



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 a.m. del día 30 de julio 2025, reunidos en la sala de docentes de la EPIC, los miembros del jurado de tesis que suscriben, para escuchar y evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller: **Jorge Luis Colunche Bustamante**, denominada: **"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA-2022"**; escuchada la sustentación, y absueltas las preguntas a las observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADO

CON EL CALIFICATIVO (*)

TOECE (13)

En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo, en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 30 de julio 2025.




Mg. Jefferson Ruiz Cachi
PRESIDENTE



Mg. Cristhian Saúl López Villanueva.
SECRETARIO



Dr. Luis Alberto Orbegoso Navarro.
VOCAL



Mg. Donald Gorki Collantes Delgado.
ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, cuya guía y fortaleza fueron el pilar fundamental para superar cada desafío. A mi familia, especialmente a mis padres y hermanos, por su amor incondicional, apoyo constante y confianza en mis capacidades. A mis amigos, quienes con su aliento y compañía contribuyeron a este logro significativo en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios por iluminar mi camino y darme la fuerza necesaria para culminar esta investigación. Expreso mi gratitud al Mg. Ing. Donald Gorky Collantes Delgado, mi asesor, por su orientación, paciencia y valiosos aportes a lo largo de este proyecto. Reconozco también al propietario de la cantera Los Andes en Colpatuapampa por las facilidades brindadas para la obtención del residuo zarandeado de roca triturada, así como a los técnicos del laboratorio GSE por su disposición y profesionalismo al colaborar en la ejecución de los ensayos. Finalmente, agradezco a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron al cumplimiento de este logro.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Justificación	19
1.4. Delimitación de la investigación	20
1.5. Limitaciones	21
1.6. Objetivos	22
1.6.1. Objetivo general.....	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes nacionales	27
2.1.3. Antecedentes regionales	29
2.2. Bases teórico – científicas	30
2.2.1. Teoría de la microestructura del concreto.....	30
2.2.2. Teoría de mezclas granulares para concreto	31
2.2.3. Teoría de la transición zona interfacial (ITZ) en el concreto	33
2.2.4. Ley de conservación de volumen	34
2.2.5. Teoría del desarrollo sostenible y economía circular	35
2.3. Marco conceptual	36
2.3.1. Concreto.....	36
2.3.2. Agregados para concreto	40
2.3.3. Agregado fino	43
2.3.4. Arena.....	44
2.3.5. Residuo zarandeado de roca triturada.....	45

2.3.6. Propiedades físicas de los agregados	46
2.3.7. Resistencia a compresión del concreto	50
2.4. Hipótesis	55
2.5. Operacionalización de variables	55
2.5.1. Variable independiente: Agregado fino	55
2.5.2. Variable independiente: Residuo zarandeado de roca triturada	56
2.5.3. Variable dependiente: Resistencia a compresión.....	56
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	58
3.1. Tipo y nivel de investigación	58
3.2. Diseño de investigación	59
3.3. Métodos de investigación.....	61
3.4. Población, muestra y muestreo	62
3.4.1. Población	62
3.4.2. Muestreo	62
3.4.3. Muestra	63
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	64
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	64
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	65
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	66
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	66
3.6.2. Procesamiento de datos.....	108
3.6.3. Análisis de datos	109
3.7. Aspectos éticos	109
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	111
4.1. Descripción de resultados	111
4.1.1. Propiedades físicas del agregado fino (arena y residuo zarandeado de roca triturada)	111
4.1.2. Resistencia a compresión del concreto sustituyendo la arena por residuo zarandeado de roca triturada.....	120
4.2. Contrastación de hipótesis.....	156

4.3. Discusión de resultados.....	165
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	173
5.1. Conclusiones	173
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	174
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	176
CAPÍTULO VII. ANEXOS	183
Anexo A. Matriz de consistencia.....	183
Anexo B. Encuesta a los albañiles de Chota	184
Anexo C. Panel fotográfico	188
Anexo D. Resultado de ensayos de laboratorio.....	196

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Gradación de Agregado para Mortero y Concreto	46
Tabla 2	Categoría de acuerdo al MF del Agregado Fino	47
Tabla 3	Matriz de Operacionalización de Variables	57
Tabla 4	Tipo de Investigación	59
Tabla 5	Resumen del Diseño Muestral DOE Factorial de Múltiples Niveles	62
Tabla 6	Número de Especímenes Cilíndricos de Concreto	63
Tabla 7	Ubicación Geográfica de las Canteras utilizadas en la Producción de Concreto en Chota	66
Tabla 8	Propiedades Físicas del Agregado Grueso de la Cantera Los Andes	74
Tabla 9	Lista de Materiales Utilizados para Cada Diseño de Mezcla de Concreto.....	78
Tabla 10	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm ² , 100% Arena + 0% Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	81
Tabla 11	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm ² , 75% Arena + 25% Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	83
Tabla 12	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm ² , 50% Arena + 50% Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	85
Tabla 13	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm ² , 25% Arena + 75% Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	87
Tabla 14	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm ² , 0% Arena + 100% Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	89
Tabla 15	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm ² , 100% Arena + 0% Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	92
Tabla 16	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm ² , 75% Arena + 25% Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	94
Tabla 17	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm ² , 50% Arena + 50% Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	96
Tabla 18	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm ² , 25% Arena + 75% Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	98
Tabla 19	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm ² , 0% Arena + 100% Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	100
Tabla 20	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm ² , en Tanda	101
Tabla 21	Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm ² , en Tanda	101
Tabla 22	Porcentaje de Material que Pasa cada Tamiz en el Análisis Granulométrico de Acuerdo al Porcentaje de Residuo Zarandeadado de Roca Triturada que Conformar el Agregado Fino.....	112

Tabla 23 Propiedades Físicas del Agregado Fino de Acuerdo al Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conformar.....	113
Tabla 24 Módulo de Finura del Agregado Fino.....	114
Tabla 25 Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	115
Tabla 26 Absorción del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conformar.....	116
Tabla 27 Peso Específico SSS del Agregado Fino.....	117
Tabla 28 Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.....	118
Tabla 29 Peso Unitario Compactado del Agregado Fino.....	119
Tabla 30 Resistencias a Compresión Promedio del Concreto F'c 210 kg/cm ² y F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada	120
Tabla 31 Resistencias a Compresión Promedio del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada	123
Tabla 32 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada	124
Tabla 33 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días	126
Tabla 34 Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días.....	126
Tabla 35 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días	128
Tabla 36 Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días.....	129
Tabla 37 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días	131
Tabla 38 Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días.....	131
Tabla 39 Resistencias a Compresión Promedio del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada	133
Tabla 40 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 810 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada	134
Tabla 41 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días	135
Tabla 42 Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días.....	136
Tabla 43 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días	138

Tabla 44 Porcentaje de la Resistencia a Compresión Diseño F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días	139
Tabla 45 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días	140
Tabla 46 Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días.....	141
Tabla 47 Módulo de Elasticidad del Concreto con Residuos Zarandeado de Roca Triturada	145
Tabla 48 Módulo de Elasticidad del Concreto f'c 210 kg/cm ² con 0% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada.....	146
Tabla 49 Módulo de Elasticidad del Concreto f'c 280 kg/cm ² con 0% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada.....	147
Tabla 50 Módulo de Elasticidad del Concreto f'c 210 kg/cm ² con 25% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada.....	148
Tabla 51 Módulo de Elasticidad del Concreto f'c 280 kg/cm ² con 25% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada.....	149
Tabla 52 Módulo de Elasticidad del Concreto f'c 210 kg/cm ² con 50% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada.....	150
Tabla 53 Módulo de Elasticidad del Concreto f'c 280 kg/cm ² con 50% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada.....	151
Tabla 54 Módulo de Elasticidad del Concreto f'c 210 kg/cm ² con 75% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada.....	152
Tabla 55 Módulo de Elasticidad del Concreto f'c 280 kg/cm ² con 75% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada.....	153
Tabla 56 Módulo de Elasticidad del Concreto f'c 210 kg/cm ² con 100% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada.....	154
Tabla 57 Módulo de Elasticidad del Concreto f'c 280 kg/cm ² con 100% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada.....	155
Tabla 58 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² y F'c 280 kg/cm ² de Acuerdo al Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada.....	156
Tabla 59 Información de los Factores de Estudio en el Análisis ANOVA.....	158
Tabla 60 Análisis de Varianza ANOVA de la Resistencia a Compresión del Concreto.....	159
Tabla 61 Prueba t-student Pareada para la Resistencia a Compresión del Concreto de Manera General (F'c 210 kg/cm ² y F'c 280 kg/cm ²).....	160
Tabla 62 Prueba t-student Pareada para la Resistencia a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ²	160
Tabla 63 Prueba t-student Pareada para la Resistencia a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm ²	161

Tabla 64 Prueba t-student para Resistencia a Compresión del Concreto F’c 210 kg/cm ² a los 28 Días	162
Tabla 65 Prueba t-student para Resistencia a Compresión del Concreto F’c 280 kg/cm ² a los 28 Días	162
Tabla 66 Coeficientes de Correlación de Pearson entre la Resistencia a Compresión del Concreto y las Propiedades Físicas del Agregado Fino de Acuerdo al Porcentaje de Reemplazo de la Arena por Residuos Zarandeados de Roca Triturada.....	164
Tabla 67 Preguntas del Cuestionario de Percepción de los Albañiles sobre el Uso de Confitillo en el Concreto	185
Tabla 68 Base de Datos del Cuestionario de Percepción de los Albañiles sobre el Uso de Confitillo en el Concreto.....	186
Tabla 69 Resultados del Cuestionario de Percepción de los Albañiles sobre el Uso de Confitillo en el Concreto	187

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Forma y Textura de la Partícula en Agregados.....	32
Figura 2	Composición del Concreto	37
Figura 3	Propiedades Fundamentales del Concreto	39
Figura 4	Clasificación de los Agregados	42
Figura 5	Residuo Zarandeado de Roca Triturada.....	45
Figura 6	Gradación de la Arena y del Agregado Grueso	46
Figura 7	Estados de Saturación de los Agregados	49
Figura 8	Fallas en Cilindros al Soportar Esfuerzos a Compresión.....	50
Figura 9	Aumento de la Resistencia a Compresión de Acuerdo a la Edad del Concreto.....	51
Figura 10	Representación del Ensayo a Compresión del Concreto	53
Figura 11	Curva de Esfuerzo – Deformación Idealizada para Materiales Dúctiles	55
Figura 12	Diseño de Investigación.....	60
Figura 13	Ubicación de las Canteras Utilizadas en la Producción de Concreto en Chota	67
Figura 14	Proceso de Extracción de Agregado Fino en la Cantera Conchán.....	70
Figura 15	Proceso de Extracción de Agregado Grueso y Residuo Zarandeado de Roca en la Cantera Los Andes de Colpatuapampa	70
Figura 16	Condición Saturado Superficialmente Seco en Agregado Grueso	73
Figura 17	Curva Granulométrica del Agregado Grueso de la Cantera Los Andes	74
Figura 18	Condición Saturado Superficialmente Seco en Agregado Fino.....	77
Figura 19	Llegada de los Materiales la Laboratorio GSE.....	103
Figura 20	Mezclado de Concreto para la Producción de las Probetas de Concreto	104
Figura 21	Curado de las Probetas de Concreto	105
Figura 22	Ensayo de Resistencia a Compresión del Concreto.....	108
Figura 23	Curva Granulométrica de Acuerdo al Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que Conformar el Agregado Fino	112
Figura 24	Módulo de Finura del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conformar	114
Figura 25	Contenido de Humedad del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conformar	115
Figura 26	Absorción del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conformar.....	116
Figura 27	Peso Específico SSS del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conformar	117

Figura 28 Peso Unitario Suelto del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conformar	118
Figura 29 Peso Unitario Compactado del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conformar	119
Figura 30 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² y F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada	121
Figura 31 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² y F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 días	121
Figura 32 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² y F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 días	122
Figura 33 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² y F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 días	122
Figura 34 Resistencias a Compresión Promedio del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada	124
Figura 35 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada	125
Figura 36 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días	127
Figura 37 Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días	127
Figura 38 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días	129
Figura 39 Porcentaje de la Resistencia a Compresión Diseño F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días	130
Figura 40 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días	132
Figura 41 Porcentaje de la Resistencia a Compresión Diseño F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días	132
Figura 42 Resistencias a Compresión Promedio del Concreto F'c 210 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada	133
Figura 43 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 810 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada	134
Figura 44 Resistencias a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días	136
Figura 45 Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto F'c 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días	137

Figura 46 Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días	138
Figura 47 Porcentaje de la Resistencia Diseño del Concreto $F'c$ 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días	139
Figura 48 Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días	141
Figura 49 Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto $F'c$ 280 kg/cm ² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días.....	142
Figura 50 Análisis de Regresión entre el Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada y la Resistencia a Compresión del Concreto $f'c$ 210 kg/cm ²	143
Figura 51 Análisis de Regresión entre el Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada y la Resistencia a Compresión del Concreto $f'c$ 280 kg/cm ²	143
Figura 52 Módulo de Elasticidad del Concreto con Residuos Zarandeado de Roca Triturada	145
Figura 53 Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 210 kg/cm ² con 0% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada	146
Figura 54 Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 280 kg/cm ² con 0% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada	147
Figura 55 Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 210 kg/cm ² con 25% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada	148
Figura 56 Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 280 kg/cm ² con 25% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada	149
Figura 57 Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 210 kg/cm ² con 50% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada	150
Figura 58 Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 280 kg/cm ² con 50% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada	151
Figura 59 Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 210 kg/cm ² con 75% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada	152
Figura 60 Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 280 kg/cm ² con 75% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada	153
Figura 61 Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 210 kg/cm ² con 100% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada	154
Figura 62 Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 280 kg/cm ² con 100% de Residuos Zarandeado de Roca Triturada	155
Figura 63 Prueba de Normalidad de la Resistencia a Compresión	157
Figura 64 Correlograma entre Resistencia del Concreto y Propiedades del Agregado	163

RESUMEN

La investigación aborda la generación de residuos de roca triturada y el uso de una única cancha de arena en la producción de concreto en la provincia de Chota, por lo que, tuvo como objetivo sustituir parcialmente el agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) para mejorar la resistencia del concreto elaborado con materiales de la cantera Conchán en Chota. Se empleó el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño causal simple. Se elaboraron 90 especímenes de concreto con resistencias de diseño $f'c$ 210 y 280 kg/cm^2 , con proporciones de sustitución del agregado fino de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% por residuos zarandeados de roca triturada, y se evaluaron a los 7, 14 y 28 días. Los ensayos físicos del agregado fino indicaron que, aunque la arena y el residuo zarandeado no cumplen por sí solos con la NTP 400.037, su combinación mejora propiedades clave como el módulo de finura (2.33–3.92), el peso unitario compactado (1626–1682 kg/m^3) y la humedad (3.45%–1.35%). Los resultados de resistencia a compresión mostraron que las proporciones del 25%, 50% y 75% mejoraron significativamente las propiedades mecánicas del concreto, alcanzando resistencias de hasta 294 kg/cm^2 para $f'c$ 210 kg/cm^2 y 356 kg/cm^2 para $f'c$ 280 kg/cm^2 . Sin embargo, la mezcla con 100% de residuo no logró superar los valores de diseño. Se concluyó que el uso parcial del residuo zarandeado de roca triturada en proporciones de 25% a 75% es una alternativa viable para mejorar la resistencia del concreto, mientras que su uso exclusivo no es eficiente.

Palabras clave: arena, confitillo, piedra chancada, módulo de finura, propiedades mecánicas.

ABSTRACT

The research addresses the generation of crushed rock waste and the use of a single sand quarry in the production of concrete in the province of Chota. Therefore, the objective was to partially replace the fine aggregate with crushed rock waste (“confitillo”) to improve the strength of concrete made with materials from the Conchán quarry in Chota. A quantitative, applied, descriptive and simple causal design approach was used. Ninety concrete specimens were prepared with design strengths f_c 210 and 280 kg/cm^2 , with fine aggregate substitution proportions of 0%, 25%, 50%, 50%, 75% and 100% by crushed rock waste, and were evaluated at 7, 14 and 28 days. Physical testing of the fine aggregate indicated that, although sand and shredded residue alone do not comply with NTP 400.037, their combination improves key properties such as fineness modulus (2.33-3.92), compacted unit weight (1626-1682 kg/m^3) and moisture content (3.45%-1.35%). The compressive strength results showed that the proportions of 25%, 50% and 75% significantly improved the mechanical properties of the concrete, reaching strengths of up to 294 kg/cm^2 for f_c 210 kg/cm^2 and 356 kg/cm^2 for f_c 280 kg/cm^2 . However, the mix with 100% residue did not exceed the design values. It was concluded that the partial use of crushed rock shredded residue in proportions of 25% to 75% is a viable alternative to improve the strength of concrete, while its exclusive use is not efficient.

Key words: sand, crushed rock, crushed stone, fineness modulus, mechanical properties.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La creciente demanda de materiales de construcción sostenibles ha impulsado la búsqueda de alternativas innovadoras que permitan optimizar el uso de recursos naturales y reducir el impacto de las actividades constructivas (Mohammad-Yahia et al., 2024). En este contexto, el concreto, uno de los materiales más utilizados en la industria, enfrenta desafíos significativos debido a la explotación intensiva de sus componentes, especialmente los agregados finos y gruesos, que representan aproximadamente el 60-75% de su volumen total (Kursula et al., 2024). La sustitución parcial de estos materiales por residuos industriales y de construcción se ha convertido en una estrategia clave para fomentar prácticas sostenibles y mejorar el concreto (Gopalakrishna & Dinakar, 2024).

El residuo zarandeado de roca triturada, un subproducto generado durante la producción de agregados pétreos, presenta un alto potencial para su aprovechamiento como sustituto parcial del agregado fino en mezclas de concreto (Priya et al., 2024). Este material, generalmente descartado o utilizado de manera limitada en aplicaciones de bajo valor agregado, posee características granulométricas y mineralógicas que podrían contribuir a mejorar la resistencia mecánica del concreto, así como su durabilidad y desempeño general (Jamal & Meyyappan, 2024). Sin embargo, el uso de estos residuos requiere una evaluación técnica rigurosa para garantizar su compatibilidad con los procesos constructivos y su impacto en las propiedades del material (Ferreira et al., 2024).

En Perú, el concreto es utilizado en más del 50% de las edificaciones según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018). Sin embargo, a pesar de su predominancia, persisten problemas relacionados con la calidad de los agregados finos, lo que a menudo resulta en concretos que no alcanzan las resistencias estructurales requeridas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para la construcción (Clemente, 2024). Los agregados finos, como la arena, presentan irregularidades en sus características físico-químicas, comprometiendo el desempeño del concreto (Cárdenas & Moya, 2022). Esto no solo encarece las obras al aumentar la relación agua-cemento, sino que también pone en riesgo la seguridad estructural en un país altamente vulnerable a sismos (Quintana, 2022).

En la provincia de Chota, región de Cajamarca, la calidad de los materiales de construcción es aún más crítica debido a las limitadas opciones de agregados disponibles. Estudios previos, como el de Cieza (2021), evidencian que la arena proveniente de la cantera Conchán, utilizada casi exclusivamente en Chota, no cumple completamente con las especificaciones técnicas de la NTP 400.037 (INACAL, 2021). Este material presenta un módulo de fineza inferior a 2.3, lo que afecta negativamente al concreto y obliga a los constructores a usar mayores proporciones de cemento para alcanzar las resistencias deseadas. De acuerdo a Quintana (2022) el concreto producido en Chota en el 96.7% de las viviendas no alcanza la resistencia a compresión de diseño, e incluso no logra satisfacer los estándares de la norma E.060 (MVCS, 2009). Esta práctica incrementa los costos de construcción y dificulta la generalización de soluciones estructurales, especialmente en edificaciones autoconstruidas, que son comunes en el ámbito local según la Municipalidad Provincial de Chota (MPCH, 2018).

Paralelamente, en la cantera Los Andes, ubicada en la comunidad de Colpatuapampa, producto de la trituración de piedra caliza se generan diariamente aproximadamente 15 m³ de un residuo zarandeado de roca triturada denominado “confitillo”. Este material, según experiencias empíricas de albañiles locales, ha mostrado potencial para mejorar la calidad del concreto sin incrementar significativamente los costos de producción (ver Anexo B “Cuestionario a albañiles de la ciudad de Chota”). No obstante, a pesar de estas observaciones, no se han realizado estudios sistemáticos para validar científicamente el uso del confitillo como sustituto parcial del agregado fino en mezclas de concreto. Esto plantea una oportunidad significativa para abordar simultáneamente los problemas de calidad del concreto en Chota y la gestión de residuos generados en la cantera Los Andes, Colpatuapampa. La implementación de esta solución podría no solo mejorar las propiedades del concreto, sino también promover prácticas de construcción más sostenibles y económicas en la provincia de Chota. Por ello, el presente estudio busca determinar cómo la sustitución parcial del agregado fino por confitillo influye en la resistencia del concreto, proporcionando una base científica para su aplicación.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) mejorará la resistencia a compresión del concreto elaborado con materiales de la cantera Conchán en Chota?

1.3. Justificación

La investigación abordó una problemática científica relevante al proponer el uso del residuo zarandeado de roca triturada como sustituto parcial del agregado fino en concreto, enfocándose en la provincia de Chota, donde los materiales

tradicionales cumplen parcialmente e incluso algunas veces no llegan a cumplir con las especificaciones normativas. Este estudio caracterizó las propiedades de los residuos de roca triturada y su impacto en las mezclas de concreto, lo que permitió avanzar en la teoría del desarrollo sostenible y la economía circular. Los resultados obtenidos ofrecieron lineamientos metodológicos replicables en otras regiones del país y fomentaron el conocimiento científico sobre materiales alternativos en la construcción.

Desde el punto de vista técnico, la investigación respondió a problemas específicos de Chota, como la disposición ineficiente de residuos de roca y la falta de opciones de agregado fino normado. Al validar científicamente las propiedades del “confitillo”, el estudio proporcionó soluciones prácticas para mejorar la resistencia del concreto. Este avance benefició directamente a constructores, ingenieros y la población en general, promoviendo la utilización de un material accesible y en abundancia en Chota en lugar de desecharlo.

En el ámbito ambiental, la reutilización del residuo zarandeado de roca triturada contribuyó a la reducción de desechos en vertederos y a la mitigación de su impacto negativo en el entorno, fomentando prácticas sostenibles. Este enfoque integral no solo ayudará a reducir la contaminación, sino que también promueve un aprovechamiento eficiente de los recursos locales, alineándose con los principios de sostenibilidad ambiental.

1.4. Delimitación de la investigación

Durante el año 2024, cubriendo las etapas de recolección de materiales, caracterización de propiedades de las materias primas, elaboración y curado de especímenes de concreto, y evaluación de la resistencia a compresión a edades específicas (7, 14 y 28 días).

Se llevó a cabo en la ciudad de Chota, en la región Cajamarca, específicamente utilizando materiales provenientes de dos fuentes locales: el agregado fino de la cantera Conchán y el residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) de la cantera Los Andes de la comunidad de Colpatuapampa. Los ensayos se ejecutaron en el laboratorio GSE de Chota, que cumplió con las normativas técnicas vigentes.

El estudio abarcó la evaluación de las propiedades de los materiales (granulometría, módulo de fineza, peso específico, y absorción) para determinar su compatibilidad como sustituto parcial del agregado fino convencional. Además, se elaboraron especímenes de concreto con resistencia de diseño de 210 y 280 kg/cm², utilizando proporciones de sustitución de agregado fino por confitillo del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. Los especímenes fueron sometidos a pruebas de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días para determinar la influencia de las distintas proporciones de sustitución en las propiedades mecánicas (resistencia a compresión) del concreto. Siendo así, el alcance del estudio estuvo limitado al análisis de resistencia a compresión del concreto.

1.5. Limitaciones

Se centró exclusivamente en materiales provenientes de dos canteras locales: el agregado fino de la cantera Conchán y el residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) de la cantera Los Andes de Colpatuapampa.

La investigación se enfocó exclusivamente en la resistencia a compresión del concreto como parámetro de desempeño mecánico. No se incluyeron análisis de otras propiedades.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Sustituir parcialmente el agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) para mejorar la resistencia del concreto elaborado con materiales de la cantera Conchán en Chota.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas del agregado fino de la cantera Conchán y el residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) de la cantera Los Andes de Colpatuapampa, para verificar su compatibilidad como sustituto parcial del agregado fino.
- Determinar la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de especímenes de concreto 210 y 280 kg/cm², sustituyendo el agregado fino de la cantera Conchan por residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes de Colpatuapampa en las proporciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

En la revista *Caderno Pedagógico de Brasil*, de Miranda et al. (2024) en su investigación “Uso de polvo de piedra triturada como sustituto de los áridos finos en el concreto” tuvieron como objetivo aprovechar los residuos de polvo de piedra provenientes del proceso de trituración de rocas, como sustituto parcial de agregados finos en concreto f'c 30 MPa en la capital de Belém. Determinaron que, los residuos se clasificaron como arena media y fina con 68.2% de dióxido de silicio tienen similar curva granulométrica que la arena. Luego determinaron la resistencia a compresión del concreto con 0%, 20%, 50% y 100% de polvo de piedra en remplazo de arena, equivalente a 30.06 MPa (306.53 kg/cm²), 32.94 MPa (335.89 kg/cm²), 30.88 MPa (314.89 kg/cm²) y 20.98 MPa (213.94 kg/cm²). Concluyeron que, el concreto con 20% y 50% de polvo de piedra obtiene mejores características mecánicas que, el concreto base.

En la revista *Contribuciones a las Ciencias Sociales de Brasil*, Ferreira et al. (2024) en su investigación “Efectos mecánicos y químicos de la incorporación de residuos de polvo de piedra en morteros” tuvieron como objetivo analizar la incorporación de residuos de piedra en la producción de morteros, remplazando el 10% de arena. Determinaron que, tanto la arena como los residuos de piedra cumplían con el huso granulométrico, la arena presentaba absorción de 0.072%, diámetro máximo de 2.36 mm, módulo de finura de 1.96, peso específico de masa de 2.602 g/cm³, peso unitario de 1621 kg/m³; mientras que, los residuos de piedra tenían módulo de finura de 2.90, diámetro máximo de 4.75 mm y mayor peso

específico y unitario. La resistencia a compresión del mortero base, el mortero con 10% de remplazo de arena por residuos de piedra (SARE) y con 10% de adición de residuos de piedra (APP) es igual a 5.72 MPa (58.33 kg/cm²), 5.91 MPa (60.27 kg/cm²) y 5.71 MPa (58.23 kg/cm²), respectivamente. Por lo que, concluyeron que el uso de residuos de piedra como remplazo de la arena mejora la sostenibilidad en las prácticas de construcción, logrando morteros con mejores características mecánicas.

En la revista *Matéria* de Río de Janeiro, Jamal & Meyyappan (2024) en su investigación “Evaluación de la resistencia y durabilidad del concreto de alta resistencia con desechos de roca cristalina meteorizada como reemplazo parcial sostenible de agregado fino” tuvieron como objetivo utilizar residuos de roca como remplazo del agregado fino para la producción de concreto $f'c$ 65 N/mm². Prepararon cinco mezclas de concreto con sustitución de arena del 0%, 5%, 10%, 15% y 20% con residuos de roca. Determinaron que, la arena y los residuos de roca presentaban huso granulométrico similar, con igual peso específico de 2.67 g/cm³, y porcentaje de absorción de 4.1% y 4.9% respectivamente. Así mismo, la resistencia a compresión del concreto con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de residuos de roca era 75 N/mm² (764.79 kg/cm²), 72 N/mm² (734.20 kg/cm²), 68 N/mm² (693.41 kg/cm²) y 62 N/mm² (632.22 kg/cm²), respectivamente. Concluyeron que, la arena puede ser remplazada parcialmente hasta el 10%, sin afectar las propiedades mecánicas del concreto.

En la disertación *International Research Journal on Advanced Engineering Hub (IRJAEH)*, Nirupama & Ganta (2024) presentaron su investigación “Estudio experimental sobre las características de resistencia del concreto mediante la sustitución parcial de agregado grueso por piedra de desecho de Bethamcherala”

tuvieron como objetivo utilizar los residuos de las piedras de Bethamcherla (BS) para la producción de concreto. Elaboraron especímenes con 0%, 10%, 20%, 30% y 40% BS como sustituto del agregado grueso, determinando que, la resistencia a compresión a los 7 días era 178.55, 188.95, 187.22 y 195.79 kg/cm²; a los 14 días alcanzaban 191.71, 195.79, 210.06, 205.68 y 213.94 kg/cm², y a los 28 días lograban 201.29, 206.70, 222.91, 219.44 y 228.82 kg/cm², respectivamente. Concluyeron que, con una sustitución del 40% de árido BS se produjo un aumento de la resistencia a la compresión en un 9.6%, 11.59% y 13.47% a los 7, 14 y 28 días en comparación con el concreto convencional.

En la revista *Construction Materials*, Mohammed et al. (2024) en su investigación “Áridos finos alternativos a la arena natural de río para concreto garantizando una economía circular” tuvieron como objetivo utilizar agregado fino de piedra (SFA), agregado fino de ladrillo (BFA), agregado de escoria de horno (LFS) y agregado fino de desecho de lavado (WWF) como sustitutos de la arena de río en la producción de concreto. Utilizaron agregado fino de piedra como remplazo de la arena en proporciones de 0% a 100%, con relaciones a/c de 0.40 y 0.45, determinando que, la resistencia a compresión era 26 MPa (265.13 kg/cm²), 27 MPa (275.32 kg/cm²), 27.5 MPa (280.42 kg/cm²), 28 MPa (285.52 kg/cm²), 27.5 MPa (280.42 kg/cm²), 27 MPa (275.32 kg/cm²), 26.5 MPa (270.22 kg/cm²), 26 MPa (265.13 kg/cm²), 25.5 MPa (260.03 kg/cm²), 25 MPa (254.93 kg/cm²), y 22 MPa (224.34 kg/cm²) para concreto con 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100%, respectivamente. Concluyeron que, la resistencia del concreto aumenta cuando se remplaza la arena natural con 30% de BFA, 30% SFA y 20% LFS, por lo que, el uso de agregados finos alternativos garantiza la economía circular y reduce el consumo de 30% de arena natural.

En la revista Discover Civil Engineering, Priya et al. (2024) en su estudio “Investigación experimental y numérica de las propiedades del concreto con residuos de baldosas cerámicas y polvo de piedra como sustitutos de los áridos naturales” tuvieron como objetivo remplazar el agregado fino por polvo de piedra en niveles de 30%, 40% y 50%, y remplazar el agregado grueso por 10%, 20% y 30% de baldosas cerámicas, en la producción de concreto. Utilizaron residuos de piedra de 16 a 20 mm previa verificación de su huso granulométrico, siendo similar al de la arena, su módulo de finura era 2.78, mientras que la arena obtuvo 2.80, su peso unitario suelto y compactado fue respectivamente 1385 y 1554 kg/m³, mientras que la arena obtuvo 1586 y 1710 kg/m³; el peso específico fue 2.18 g/cm³ y 2.45 g/cm³ para los residuos de piedra y la arena, respectivamente, con porcentajes de absorción de 4.17% y 2.04%. Las resistencias a compresión alcanzadas por los especímenes con (residuos de baldosas “C” y polvo de piedra “S”) C0S0, C10S30, C10S40, C10S50, C20S30, C20S40, C20S50, C30S30, C30S40 y C30S50 fueron 314.89, 295.72, 289.19, 315.70, 304.90, 280.42, 301.43, 329.57, 311.63 y 308.36 kg/cm², respectivamente. Concluyeron que, con 30% de polvo de piedra y 30% de baldosas cerámicas el concreto aumentó su resistencia a compresión en comparación con el concreto convencional.

En la Universidad de Cartagena, Atencio & Nieto (2022) tuvieron como objetivo exponer el uso de micromateriales inertes producto de la trituración de roca para mejorar las propiedades físico mecánicas del concreto hidráulico. Obtuvieron resistencias a compresión, flexión y adherencia de 31.90 MPa (325.29 kg/cm²), 8.30 MPa (84.63 kg/cm²) y 0.84 MPa (8.57 kg/cm²) a los 28 días utilizando piedra caliza, utilizando 20% de residuos de mármol obtuvieron 28.04 MPa, utilizando 30% de polvo de cuarzo obtuvieron 354.65 kg/cm².

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la Universidad Peruana Los Andes de Huancayo, Acuña (2024) tuvo como objetivo determinar la influencia de las partículas residuales del chancado de piedra en el concreto de alta resistencia en Pilcomayo. Elaboró probetas de concreto sin y con 30% de residuos de piedra chancada para determinar su resistencia a compresión y flexión. Determinó que, la resistencia a compresión del concreto base era 254.7 kg/cm², pero al usar residuos del chancado de piedra la resistencia del concreto fue 406.60 kg/cm², mientras que, a flexión la resistencia del concreto base era 3.86 MPa, y del concreto con 30% de residuos del chancado de piedra 4.10 MPa. Concluyó que, los residuos del chancado de piedra influyen positivamente en la resistencia a compresión del concreto de los pavimentos.

En la Universidad Peruana Los Andes de Huancayo, Olivera (2024) tuvo como objetivo determinar la calidad del concreto elaborado con la sustitución del agregado fino natural por escoria de piedra. Sustituyó la arena por 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100% de escoria de piedra, obteniendo resistencias a flexión de 54.9, 57, 61.3, 56.6, 51.90 y 48.10 kg/cm². Determinando incrementos en la resistencia a flexión de 3.78%, 11.56% y 3.03% del concreto base, para las tres primeras dosificaciones, luego la resistencia disminuyó progresivamente. Concluyó que, el concreto f'c 280 kg/cm², mejora sus propiedades mecánicas al sustituir hasta el 60% de la arena por escoria de piedra.

En la Universidad César Vallejo, Rafel & Tapia (2023) tuvieron como objetivo determinar las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm² con adición de polvo de piedra chancada. Elaboraron especímenes con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de polvo de piedra chancada para determinar su resistencia a compresión, tracción y flexión. Determinaron que, el polvo de piedra chancada presentaba módulo de

finura de 0.63%, absorción de 0.38%, humedad de 0.43%, peso específico de 2.7 g/cm³, mientras que, el agregado fino tenía 2.86 de módulo de finura, 2.63 g/cm³ de peso específico, 1.75% de absorción, 2.35% de humedad, 1.44 y 1.63 de peso unitario suelto y compactado. La resistencia a compresión del concreto a los 28 días, con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de residuos de piedra chancada fue 221, 225, 229, 233 y 240 kg/cm², respectivamente; mientras que, la resistencia a tracción fue 19.2, 21.7, 24.1, 28.2 y 26 kg/cm², y a flexión fue 34.1, 36.7, 39.7, 44.2 y 41.6 kg/cm², correspondientemente. Concluyeron que, al agregar 20% de polvo de piedra chancada se mejora notablemente su resistencia a compresión.

En la Universidad Ricardo Palma, Navarro & Navarro (2021) tuvieron como objetivo mejorar las propiedades mecánicas del concreto utilizando piedra caliza triturada. Elaboraron especímenes de concreto con diferentes proporciones y relaciones de a/c determinando de forma general que, a mayor contenido de a/c menor resistencia mecánica del concreto, así mismo, a mayor proporción (0%, 25%, 50% y 75%) de piedra caliza triturada mejores resultados mecánicos, pero esto disminuye si se aumenta la cantidad de material (piedra chancada) dentro de la mezcla, siendo así, para muestras de concreto a/c de 0.50, con 1106 kg/m³ (M1), 1080 kg/m³ (M2), 1055 kg/m³ (M3) y 1032 kg/m³ (M4) de piedra caliza triturada, obtuvieron resistencias a compresión de 571, 540, 530 y 520 kg/cm², respectivamente; y a flexión correspondientemente alcanzaron 65, 72, 68 y 69 kg/cm². Concluyeron que, para la relación a/c de 0.50, la dosificación de 1106 kg/m³ de piedra caliza triturada permite obtener la mayor resistencia a compresión de 571 kg/cm², y, a flexión con 65 kg/cm³, por tanto, lograron mejorar las propiedades mecánicas del concreto utilizando 75% de piedra chancada con la menor dosificación de mezcla y menor relación a/c.

2.1.3. *Antecedentes regionales*

En la Universidad Nacional de Cajamarca, Rubio (2024) tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión del concreto f'_c 280 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez al 0%, 15%, 20% y 25%. Determinó que, la resistencia a compresión fue correspondientemente, 317, 308, 298.16 y 281.53 kg/cm², por lo que, su capacidad mecánica disminuyó progresivamente alcanzando porcentajes de reducción de 1.84%, 2.44% y 3.01% respecto al concreto base, para el concreto con 15%, 20% y 25% de piedra pómez. Concluyó que, si bien todas las dosificaciones cumplen con el f'_c de diseño, por lo que, se podría sustituir el agregado por hasta 25% de piedra pómez, esta sustitución reduce su capacidad mecánica hasta en 3.01%.

En la Universidad Privada del Norte, Ramirez (2023) tuvo como objetivo analizar la variación de la resistencia a compresión del concreto f'_c 210 kg/cm², al sustituir el agregado fino de la cantera “Chotorco Oxamarca” de Celendín por arena de tarrajeo en porcentajes de 0%, 30%, 50%, 80% y 100%. Determinó que, el agregado fino cumple con el huso granulométrico con MF de 2.7, mientras que, la arena para tarrajeo se encuentra fuera del huso de gradación con MF de 1.98. El peso específico del agregado fino y la arena de tarrajeo es 2.68 y 2.64 g/cm³, el peso unitario suelto es 1671.11 y 1426.85 kg/m³, el peso unitario compactado es 1862.08 y 1622.37 kg/m³, absorción 1% y 0.83%. Determinó la resistencia a compresión del concreto con 0%, 30%, 50%, 80% y 100% de remplazo de arena era 295.57, 266.07, 239.02, 207.34 y 176.34 kg/cm², respectivamente. Concluyó que, a pesar de la disminución en la resistencia a compresión se cumple con el f'_c de diseño, por lo que, se puede utilizar hasta 50% de arena de tarrajeo en remplazo del agregado fino convencional, para la producción de concreto.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. *Teoría de la microestructura del concreto*

La teoría de la microestructura del concreto explica cómo la disposición, interacción y características de sus componentes a nivel microscópico determinan sus propiedades. El concreto es un material heterogéneo compuesto por una matriz cementicia, agregados y poros. Estas fases forman una microestructura compleja que influye significativamente en la resistencia, la durabilidad y otros parámetros críticos del material (Mehta & Monteiro, 2014).

La microestructura del concreto está dominada por tres componentes principales: la pasta de cemento hidratada, los agregados y la zona de transición interfacial (ITZ). La pasta de cemento, resultado de la reacción de hidratación del cemento con el agua, está compuesta por gel de silicato de calcio hidratado (C-S-H), hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) y compuestos secundarios (Neville, 2011).

Los agregados, que ocupan entre el 60% y 80% del volumen total del concreto, influyen en las propiedades del material debido a sus características físicas (tamaño, forma, textura superficial) y químicas. Según Li et al. (2022), los agregados reducen la cantidad de pasta de cemento requerida y contribuyen a la resistencia del concreto. Sin embargo, la interacción entre los agregados y la pasta de cemento ocurre a través de la zona de transición interfacial (ITZ), una región crítica donde se concentra la mayor porosidad y debilidad del concreto, actuando como un punto de inicio para la propagación de grietas (Scrivener et al., 2016).

Siendo así, en la teoría microestructural del concreto se debe analizar cada componente (cemento hidratada, los agregados y ITZ) por separado, dando énfasis a los agregados porque ocupan el mayor porcentaje del volumen del concreto (Li et al., 2022).

2.2.2. Teoría de mezclas granulares para concreto

Estudia la interacción entre partículas de diferentes tamaños, formas y propiedades físicas dentro de una mezcla cementicia. Según Fuller & Thompson (1907), la disposición granulométrica de los agregados debe aproximarse a una curva continua que maximice la compacidad, reduciendo los vacíos entre las partículas y, por ende, disminuyendo la cantidad de pasta de cemento requerida para llenar esos espacios.

La teoría postula que una mezcla granular eficiente depende de la gradación de las partículas. Las partículas más pequeñas deben llenar los vacíos entre las partículas más grandes, creando una estructura densa y uniforme. Esto no solo mejora la resistencia mecánica del concreto, sino que también reduce la cantidad de agua necesaria en la mezcla, disminuyendo la relación agua-cemento y mejorando la durabilidad del concreto (Neville, 2011). Además, el ajuste de la granulometría puede influir en la trabajabilidad de la mezcla, favoreciendo su colocación y compactación.

2.2.2.1. Modelo granulométrico de Fuller Thompson

Uno de los modelos más aplicados dentro de esta teoría es el modelo de gradación de Fuller & Thompson (Fuller & Thompson, 1907), que sugiere que el porcentaje acumulado de partículas retenidas debe seguir una curva parabólica definida por la ecuación:

$$P = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^n \quad (1)$$

Donde, P es el porcentaje acumulado que pasa por un tamiz, d es el tamaño del tamiz, D es el tamaño máximo nominal del agregado, n es un exponente que varía según el grado de compacidad deseado de 0.45 a 0.50 para mezclas convencionales (Neville, 2011).

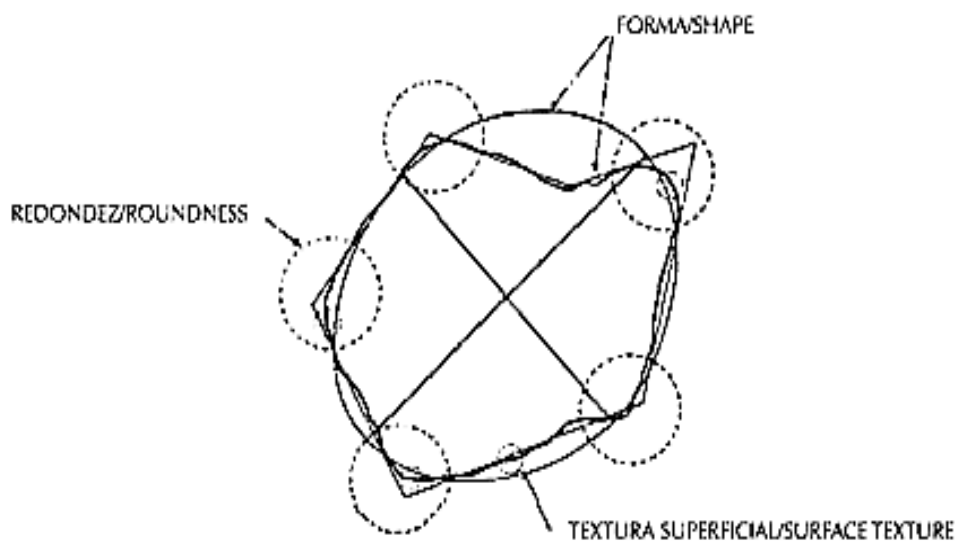
La premisa fundamental del modelo es que una adecuada distribución granulométrica reduce los vacíos entre las partículas, lo que, a su vez, disminuye la cantidad de pasta de cemento necesaria para llenar esos vacíos y mejora la resistencia, densidad y durabilidad del concreto (Fuller & Thompson, 1907).

2.2.2.2. Forma y textura del agregado

Un aspecto complementario es la forma y textura de los agregados. Partículas angulares con textura rugosa proporcionan mayor adherencia con la pasta de cemento, lo que puede mejorar la resistencia, pero también incrementan la fricción interna de la mezcla, reduciendo su trabajabilidad. Por otro lado, los agregados redondeados favorecen una mayor trabajabilidad, aunque pueden requerir ajustes en la relación agua-cemento para alcanzar resistencias similares (Mehta & Monteiro, 2014). Por ello, los diseñadores de mezclas deben encontrar un balance entre la granulometría y las características físicas de los agregados para optimizar las propiedades finales del concreto.

Figura 1

Forma y Textura de la Partícula en Agregados



Nota: (León & Ramirez, 2010).

2.2.3. Teoría de la transición zona interfacial (ITZ) en el concreto

La teoría de la transición zona interfacial (ITZ, por sus siglas en inglés) describe el comportamiento y las propiedades de la región que se forma entre los agregados y la pasta de cemento hidratada. Esta zona interfacial es una región crítica, debido a que actúa como el eslabón débil dentro de la microestructura del concreto. Sus características físicas, químicas y mecánicas influyen de manera significativa en las propiedades globales del material (Mehta & Monteiro, 2014).

La ITZ se forma debido a la acumulación diferencial de partículas finas de cemento y productos de hidratación en la vecindad inmediata de los agregados. En esta región, la densidad de los productos hidratados, como el gel C-S-H (silicato de calcio hidratado), es menor que en el resto de la matriz cementicia. Además, tiende a haber una mayor porosidad en la ITZ debido a la presencia de agua que no es absorbida completamente por los agregados, lo que da lugar a una zona relativamente débil (Neville, 2011). Esta porosidad aumentada puede facilitar la propagación de grietas y el ingreso de agentes agresivos, comprometiendo la durabilidad del concreto.

Uno de los factores clave que afecta las propiedades de la ITZ es la forma y textura de los agregados. Los agregados rugosos o angulares promueven una mejor adherencia mecánica con la pasta de cemento, reduciendo la debilidad de la ITZ. Por otro lado, los agregados lisos o redondeados suelen generar una ITZ más débil debido a la menor interacción física entre las dos fases (Mehta & Monteiro, 2014). Además, el tamaño del agregado juega un papel importante, ya que los agregados más grandes tienden a tener una ITZ más extensa en términos absolutos, lo que puede impactar negativamente las propiedades mecánicas del concreto (Scrivener et al., 2016).

2.2.4. Ley de conservación de volumen

La ley de conservación de volumen es un principio fundamental aplicado al diseño y análisis de mezclas de concreto. Proporciona una base para diseñar mezclas equilibradas y eficientes que maximicen sus propiedades mecánicas, minimicen sus defectos y cumplan especificaciones de sostenibilidad. En su forma más básica, esta ley establece que el volumen total de los materiales en una mezcla debe permanecer constante antes y después de la reacción química que ocurre durante el fraguado y la hidratación del cemento. Este principio es importante para garantizar que las proporciones de los componentes (cemento, agua, agregados finos y gruesos, y aditivos) se ajusten de manera óptima para cumplir con los requisitos de trabajabilidad, resistencia y durabilidad (Neville, 2011).

$$V_{mezcla} = V_{cemento} + V_{agua} + V_{agregado\ fino} + V_{agregado\ grueso} \quad (2)$$

Donde, V_{mezcla} es el volumen total de la mezcla, y los términos en la ecuación representan los volúmenes individuales de cada componente. Este equilibrio volumétrico debe mantenerse durante el proceso de diseño y fabricación del concreto para evitar problemas como segregación, sangrado excesivo o insuficiencia de pasta de cemento para cohesionar los agregados (Li et al., 2022).

En la práctica, la ley de conservación de volumen es fundamental para garantizar que el concreto tenga una proporción adecuada de pasta de cemento para llenar los vacíos entre los agregados. Esto se conoce como densidad compacta máxima, una condición en la que se minimizan los vacíos internos para mejorar las propiedades mecánicas y reducir la porosidad del material. Según Mehta & Monteiro (2014), el cumplimiento de esta ley asegura que el diseño de mezclas optimice el uso de los materiales disponibles y reduzca el costo y el impacto ambiental.

2.2.5. Teoría del desarrollo sostenible y economía circular

La teoría del desarrollo sostenible y la economía circular busca soluciones que equilibren el crecimiento económico, la sostenibilidad ambiental y el bienestar social. Estas teorías han adquirido gran relevancia en la industria del concreto, debido a su impacto en el consumo de recursos naturales y la generación de residuos. Integrar estos enfoques en la tecnología del concreto implica diseñar materiales y procesos que reduzcan el impacto ambiental, fomenten el reusó de recursos y promuevan ciclos productivos eficientes (Geissdoerfer et al., 2017).

La teoría del desarrollo sostenible en el contexto del concreto busca minimizar los efectos negativos de su producción y uso en el medio ambiente. La industria de la construcción es responsable de una parte significativa de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂), con el cemento representando alrededor del 8% de dichas emisiones (Andrew, 2018). En respuesta a este desafío, los investigadores han desarrollado enfoques innovadores para incorporar materiales alternativos, como residuos industriales y agregados reciclados, en el diseño de mezclas de concreto.

Por otro lado, la economía circular propone un cambio de paradigma desde un modelo lineal de producción (“extraer, usar, desechar”) hacia un modelo circular, donde los materiales se reutilizan, reciclan o valorizan al final de su vida útil. En el caso del concreto, esto se traduce en la incorporación de residuos de construcción y demolición (RCD), subproductos industriales, como cenizas volantes y escorias, y desechos locales como residuos de roca triturada, que pueden sustituir parcial o totalmente a los componentes tradicionales del concreto (Silva et al., 2014). Este enfoque no solo reduce la generación de residuos, sino que también fomenta la innovación en el diseño de mezclas mejoradas.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Concreto

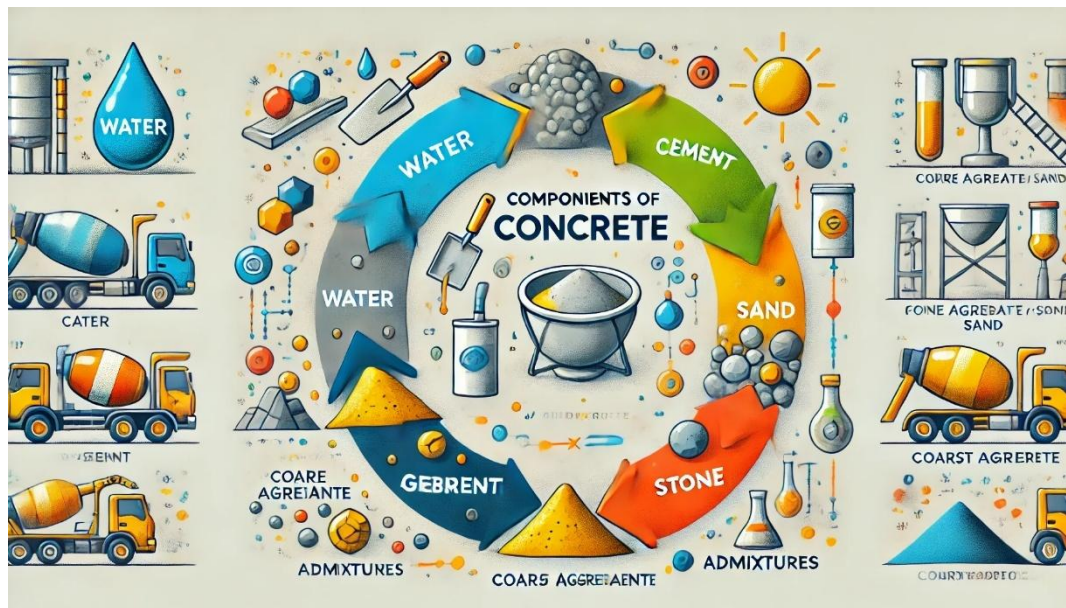
El concreto es un material compuesto utilizado extensivamente en la construcción, conformado por cinco componentes principales: cemento, agregados, agua, aditivos y adiciones. La calidad y las propiedades finales del concreto están determinadas por la interacción y las proporciones de estos materiales en la mezcla (Portugal, 2007). Específicamente, el cemento actúa como aglutinante al reaccionar con el agua mediante el proceso de hidratación, mientras que los agregados, que representan el mayor volumen del concreto, aportan estabilidad y resistencia al material. Los aditivos y adiciones, aunque en menor cantidad, modifican las características del concreto, como su trabajabilidad, tiempo de fraguado o durabilidad (Rivera, 2013).

2.3.1.1. Composición del concreto

La composición del concreto se basa en una mezcla cuidadosamente balanceada de sus componentes. Los agregados se clasifican en finos (como la arena) y gruesos (como grava o piedra triturada), y representan entre el 60% y 80% del volumen total del concreto. El agua es esencial para la reacción química con el cemento y para conferir trabajabilidad a la mezcla fresca. Los aditivos químicos, como superplastificantes o retardantes, se utilizan para ajustar propiedades específicas durante el mezclado o el curado. Las adiciones minerales, como el humo de sílice o las cenizas volantes, mejoran la densidad de la microestructura, reduciendo la permeabilidad y aumentando la resistencia a largo plazo (Rivva, 2010).

Figura 2

Composición del Concreto



Nota: Adaptado de (Neville, 2011).

2.3.1.2. Propiedades fundamentales del concreto

El desempeño del concreto se evalúa en función de una serie de propiedades fundamentales que son críticas para su uso en aplicaciones estructurales y no estructurales. Estas propiedades incluyen tanto características mecánicas como físicas, las cuales influyen directamente en la capacidad del material para soportar cargas y resistir condiciones ambientales adversas (Sánchez, 2001).

Resistencia a compresión. La resistencia a compresión es la propiedad más relevante del concreto, ya que define su capacidad para resistir cargas en compresión uniaxial (Portugal, 2007).

Módulo de elasticidad. Este parámetro refleja la rigidez del concreto y está relacionado con la resistencia a compresión. Es fundamental para el diseño estructural porque determina la deformación del concreto bajo cargas (Rivva, 2010).

Resistencia a la flexión. Capacidad del concreto para soportar esfuerzos de flexión o doblado antes de fallar. Este parámetro es crítico en elementos estructurales como losas y vigas. Se mide mediante ensayos de viga simple con carga en el centro o en tres puntos y se relaciona directamente con la resistencia a compresión, aunque su valor suele ser significativamente menor (Sánchez, 2001).

Resistencia a la tracción. Capacidad del concreto para resistir fuerzas que tienden a estirarlo o separarlo. Aunque es considerablemente menor que la resistencia a compresión, la resistencia a la tracción es importante en aplicaciones donde el concreto está sometido a tensiones directas o indirectas, como en elementos pretensados y postensados. Se evalúa mediante ensayos de tracción directa o a través de pruebas indirectas, como la de compresión diametral (Mehta & Monteiro, 2014).

Trabajabilidad. Esfuerzo necesario para manejar, colocar y compactar el concreto fresco mientras mantiene la homogeneidad de la mezcla. Factores como el asentamiento, contenido de aire, peso unitario y temperatura afectan esta propiedad (Rivva, 2010).

Asentamiento. Medida de la trabajabilidad del concreto fresco y se define como el desplazamiento vertical que experimenta una muestra de concreto recién mezclado cuando se retira el cono de Abrams en un ensayo estándar. Este parámetro refleja la fluidez de la mezcla. Un mayor asentamiento indica una mayor fluidez, facilitando la colocación y compactación del concreto, mientras que un asentamiento reducido puede dificultar su manejo (Scanferla, 2009).

Contenido de aire. Porcentaje de volumen de aire atrapado o incorporado intencionalmente en el concreto. Este aire puede estar en forma de burbujas microscópicas distribuidas uniformemente en la mezcla. El aire incorporado

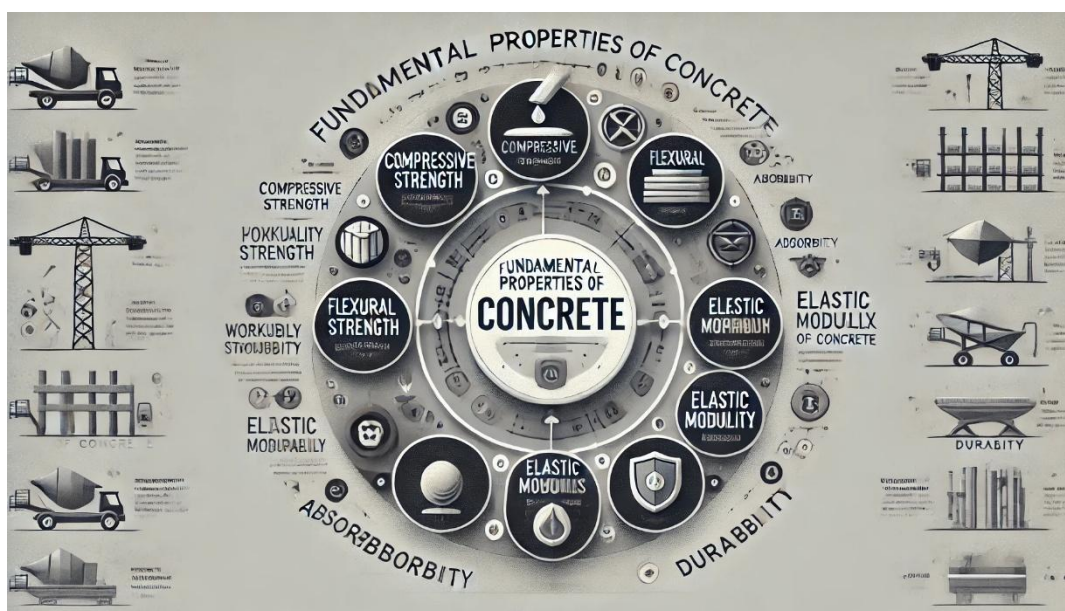
mejora la resistencia del concreto a ciclos de congelación y descongelación y puede reducir la segregación y el sangrado. Sin embargo, un exceso de aire puede disminuir la resistencia a compresión del material (Li et al., 2022).

Peso unitario. Peso por unidad de volumen del material fresco o endurecido. Este parámetro está influenciado por la densidad de los materiales utilizados, incluyendo el tipo de agregado, la relación agua-cemento y el contenido de aire. Un peso unitario más alto generalmente indica una mezcla más densa y resistente, mientras que un peso unitario más bajo puede ser indicativo de un concreto más ligero o poroso (Mehta & Monteiro, 2014).

Temperatura. Una temperatura adecuada favorece la formación de productos hidratados y minimiza la contracción térmica. Temperaturas elevadas aceleran la hidratación inicial, pero pueden provocar un fraguado rápido y fisuración térmica. Por otro lado, temperaturas muy bajas ralentizan la hidratación, lo que puede comprometer la resistencia inicial del concreto (Neville, 2011).

Figura 3

Propiedades Fundamentales del Concreto



Nota: Adaptado de (Neville, 2011).

2.3.2. *Agregados para concreto*

Los agregados para concreto se definen como una masa de materiales granulares que, en combinación con la pasta de cemento y agua, forman el concreto. Estos materiales, generalmente inertes, pueden ser naturales, como arenas y gravas extraídas de ríos o canteras, o producidos mediante la trituración de rocas de mayor tamaño (Matallana, 2014). En esencia, los agregados representan entre el 60% y el 80% del volumen total del concreto, y su selección influye directamente en las propiedades del material, tanto en estado fresco como endurecido. Según Rivera (2013), también denominados áridos, los agregados actúan como esqueleto del concreto, proporcionando estabilidad dimensional y reduciendo el costo total al disminuir la cantidad de cemento necesario.

2.3.2.1. *Función de los agregados en las propiedades del concreto*

Los agregados cumplen un rol fundamental en la composición y desempeño del concreto. Su principal función es aportar volumen y estabilidad estructural, sirviendo como relleno que reduce los costos de producción al disminuir la proporción de pasta de cemento necesaria. Además, los agregados influyen directamente en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto. Por ejemplo, los agregados de mayor dureza y menor porosidad contribuyen a una mayor resistencia a la compresión y menor absorción de agua, mientras que las características granulométricas y la forma de las partículas afectan la trabajabilidad de la mezcla fresca (Mehta & Monteiro, 2014).

La calidad de los agregados también impacta en el desarrollo de la microestructura del concreto. Según Neville (2011), la interacción entre los agregados y la pasta de cemento ocurre principalmente en la zona de transición interfacial (ITZ), una región crítica donde la adherencia mecánica y química

determina la resistencia global del material. Asimismo, el uso de agregados reciclados o alternativos requiere un control cuidadoso para garantizar que cumplan con las especificaciones técnicas y no comprometan el desempeño del concreto.

2.3.2.2. Clasificación de los agregados

Los agregados se clasifican según diferentes criterios, los cuales determinan sus aplicaciones específicas en la producción de concreto (Quiroz & Salamanca, 2006).

a) Según su tamaño

Agregado fino: Incluye partículas que pasan por el tamiz N° 4 (4.75 mm) y permanecen retenidas en el tamiz N° 200 (0.075 mm). Ejemplos comunes son las arenas naturales o trituradas. Los agregados finos afectan la trabajabilidad, cohesión y durabilidad del concreto (Kosmatka et al., 2004).

Agregado grueso: Son partículas mayores a 4.75 mm, como gravas y piedras trituradas. Contribuyen a la resistencia mecánica y reducen la contracción del concreto (Kosmatka et al., 2004).

b) Según su origen

Naturales: Extraídos directamente de depósitos geológicos, como ríos, canteras o bancos de arena (Quiroz & Salamanca, 2006).

Artificiales: Producidos mediante procesos industriales, como la trituración de rocas o la utilización de subproductos industriales, como escorias o agregados reciclados (Quiroz & Salamanca, 2006).

c) Según su densidad

Agregados normales: Utilizados en concretos convencionales, con una densidad entre 2,400 y 2,800 kg/m³ (Quiroz & Salamanca, 2006).

Agregados livianos: Tienen una densidad inferior a $2,000 \text{ kg/m}^3$ y se emplean en concretos livianos. Ejemplos incluyen la piedra pómez y la arcilla expandida (Quiroz & Salamanca, 2006).

Agregados pesados: Con densidades superiores a $3,000 \text{ kg/m}^3$, se utilizan en aplicaciones como concreto para protección contra radiación, usando baritina o hematita (Quiroz & Salamanca, 2006).

d) Según su forma y textura

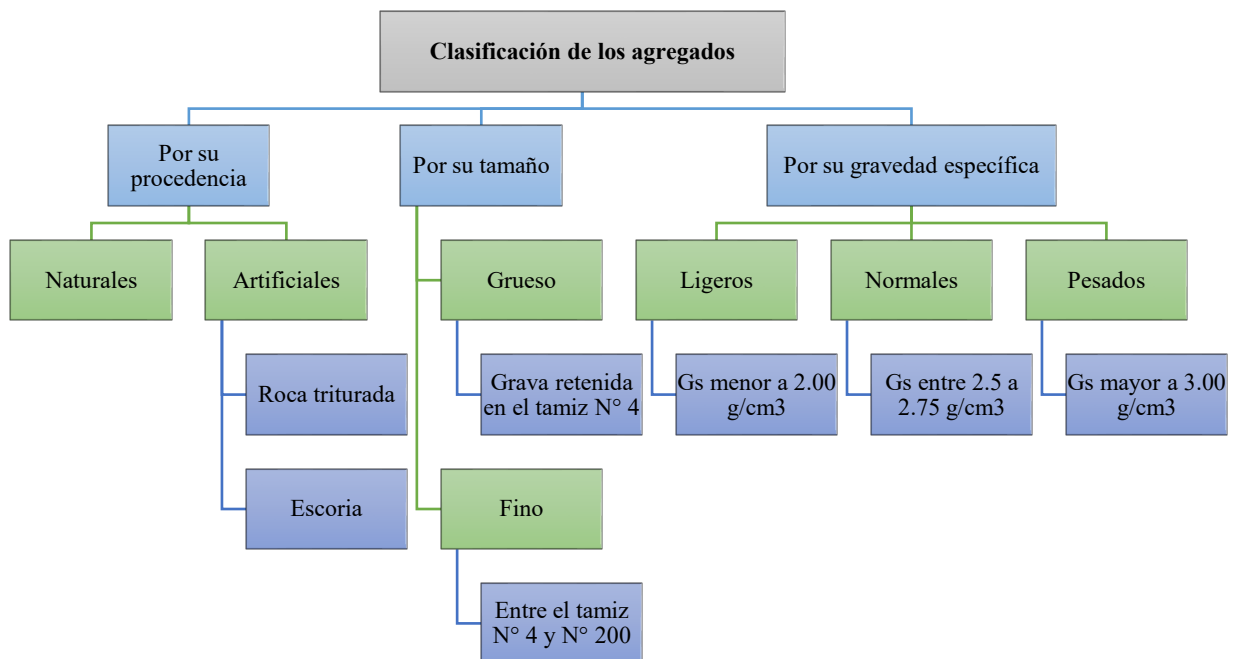
Redondeados: Mejoran la trabajabilidad de la mezcla debido a su menor fricción interna (Mehta & Monteiro, 2014).

Angulares: Proporcionan mayor adherencia a la pasta de cemento, pero reducen la trabajabilidad (Mehta & Monteiro, 2014).

Rugosos: Favorecen la interacción mecánica con la pasta, aumentando la resistencia del concreto (Mehta & Monteiro, 2014).

Figura 4

Clasificación de los Agregados



Nota: (Quiroz & Salamanca, 2006).

2.3.3. *Agregado fino*

El agregado fino, también conocido como arena, es un material granular que pasa a través del tamiz N° 4 (4.75 mm) y queda retenido en el tamiz N° 200 (0.075 mm). Este material actúa como un componente esencial en la mezcla de concreto, ya que llena los vacíos entre las partículas de agregado grueso, proporciona cohesión a la mezcla y mejora la trabajabilidad del concreto fresco (Mehta & Monteiro, 2014).

Los agregados finos llamados áridos, son todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de grano), no perturban ni afectan las propiedades y características del mortero y garantizan una adherencia suficiente con la pasta endurecida de cemento (Molina, 2006).

Según Neville (2011), el agregado fino debe tener una granulometría adecuada para garantizar la compacidad de la mezcla, minimizando los vacíos y optimizando las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

2.3.3.1. Tipos de agregado fino

El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Los agregados finos pueden clasificarse según su origen en: (Molina, 2006)

Naturales: Incluyen arenas extraídas directamente de depósitos fluviales, marinos o de cerros, que suelen tener partículas redondeadas y suaves, mejorando la trabajabilidad del concreto.

Artificiales: Son producidos por la trituración de roca o subproductos industriales. Estas partículas tienen forma angular y textura rugosa, lo que mejora la adherencia a la pasta de cemento, aunque puede disminuir la trabajabilidad (Kosmatka et al., 2004).

2.3.4. *Arena*

La arena es un tipo de agregado fino compuesto principalmente por partículas de sílice, cuarzo u otros minerales. Se utiliza comúnmente en la fabricación de concreto, morteros y otros materiales de construcción. Su calidad y características, como el tamaño de las partículas, la composición mineralógica y la limpieza, influyen directamente en el desempeño del concreto (Neville, 2011).

2.3.4.1. Tipos de arena

Según su origen, la arena puede clasificarse en: (Torres, 2023)

Arena de río: Es la más común en la construcción debido a su disponibilidad y a sus partículas redondeadas, que mejoran la trabajabilidad de la mezcla.

Arena de mar: Aunque está disponible en grandes cantidades, su uso requiere procesos de lavado extensivos para eliminar sales que pueden causar problemas de durabilidad.

Arena de cerro: Proviene de depósitos terrestres y se caracteriza por partículas angulares y textura rugosa. Si bien mejora la adherencia en el concreto, puede requerir tratamiento adicional para eliminar contaminantes, como arcillas o material orgánico.

2.3.4.2. Arena de cerro

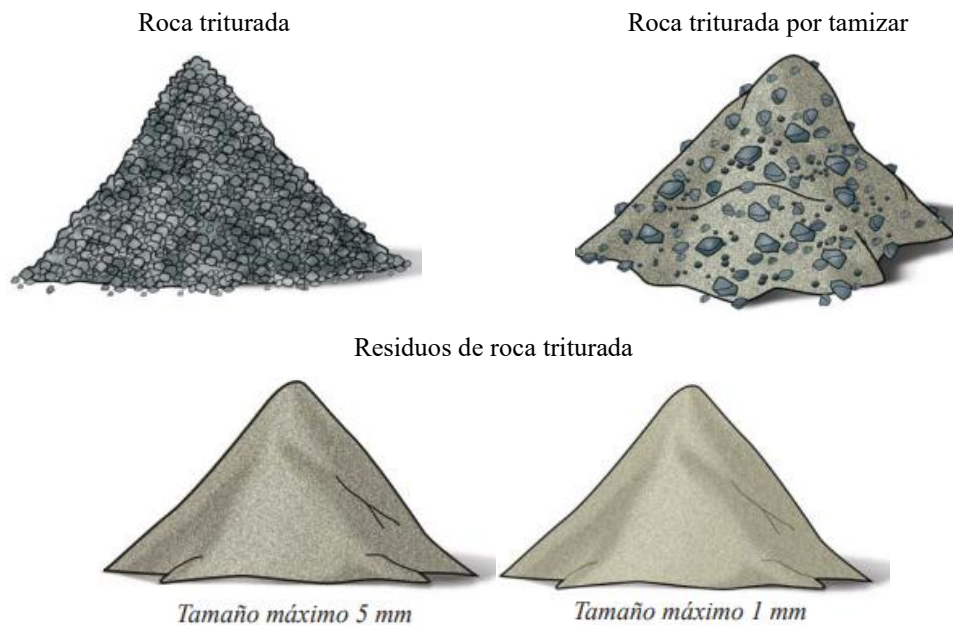
La arena de cerro, extraída de depósitos sedimentarios en regiones montañosas, suele ser utilizada en áreas donde los recursos fluviales son escasos. Este tipo de arena presenta un módulo de finura bajo y una alta proporción de partículas angulares, lo que la hace ideal para mezclas donde se requiere una mayor resistencia mecánica (Mehta & Monteiro, 2014). Sin embargo, es importante realizar ensayos de calidad para garantizar que cumpla con las especificaciones normativas.

2.3.5. *Residuo zarandeado de roca triturada*

El residuo zarandeado de roca triturada, conocido como “confitillo”, es un subproducto generado durante el proceso de trituración de piedra caliza u otras rocas utilizadas en la construcción. Este material, caracterizado por partículas menores a 6 mm o tamaño no superior a ¼”, presenta una granulometría que lo hace adecuado para su uso como sustituto parcial del agregado fino en concreto (Silva et al., 2014).

Figura 5

Residuo Zarandeado de Roca Triturada



Nota: (Aceros Arequipa, 2020).

El confitillo se obtiene como resultado de procesos de trituración y zarandeo de rocas en canteras. Inicialmente, las rocas de gran tamaño se reducen mediante trituradoras, y los materiales resultantes se separan según su tamaño utilizando cribas vibratorias. El material fino, que anteriormente se consideraba residuo, puede ser recolectado y utilizado en aplicaciones como la fabricación de concreto, siempre que cumpla con las especificaciones granulométricas y químicas necesarias (Falcon & Samanamud, 2019).

2.3.6. Propiedades físicas de los agregados

2.3.6.1. Granulometría

Se refiere a la distribución del tamaño de las partículas en una muestra de agregado, ya sea fino o grueso. Este análisis se realiza mediante el proceso de tamizado, tal como lo describe la NTP 400.012 (INACAL, 2021). Permite evaluar la uniformidad del agregado y su adecuación para diferentes aplicaciones, influyendo en la trabajabilidad y resistencia del concreto (Matallana, 2014).

Tabla 1

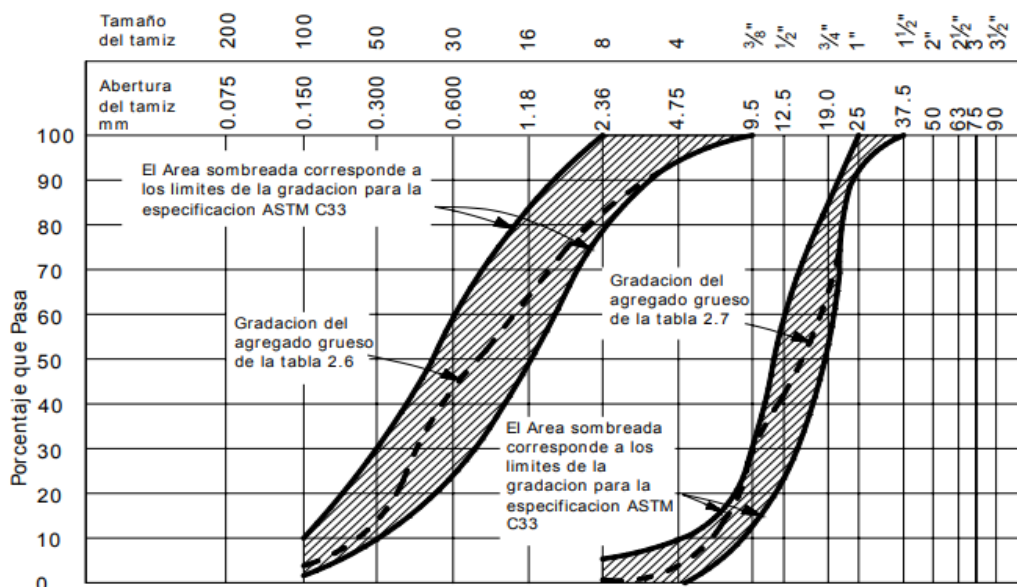
Gradación de Agregado para Mortero y Concreto

Huso mm (N°)	12.5 (1/2")	9.75 (3/8")	4.75 (N° 4)	2.36 (N° 8)	1.18 (N° 16)	300 um (N° 50)	150 um (N° 100)
9ª Piedra chancada	100	100	85-100	10-40	0-10	0-5	0
Árido (NTP 400.037)	100	100	90-100	80-100	50-85	5-30	0-10
Confitillo (E.070)	100	85-100	10-30	0-10	0-5	0	0
Árido (E.070)	100	100	100	95-100	70-100	10-35	2-15

Nota: Adaptado NTP 400.037 (INACAL, 2021), E.070 (MVCS, 2006).

Figura 6

Gradación de la Arena y del Agregado Grueso



Nota: (Quiroz & Salamanca, 2006).

2.3.6.2. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

Tamaño de tamiz inmediatamente superior al tamaño que retiene un 15% o más de la muestra en el análisis granulométrico. Un mayor tamaño nominal del agregado puede reducir la demanda de agua y cemento, mejorando la resistencia y reduciendo el costo del material (Kosmatka et al., 2004). Sin embargo, el tamaño máximo debe ser compatible con las dimensiones de los elementos estructurales y el espacio entre el refuerzo para evitar segregación y falta de homogeneidad.

2.3.6.3. Módulo de finura del agregado fino (MF)

Parámetro que evalúa la finura o grosor relativo del agregado. Se calcula como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices de 4.75 mm a 150 μm, y divididos entre 100. Un MF alto indica un agregado más grueso, mientras que un MF bajo refleja un agregado más fino (Neville, 2011).

$$MF = \frac{\Sigma(6''+3''+1\ 1/2''+3/4''+N^{\circ}4+N^{\circ}8+N^{\circ}16+N^{\circ}30+N^{\circ}50+ N^{\circ}100)}{100} \quad (3)$$

Tabla 2

Categoría de acuerdo al MF del Agregado Fino

MF	< 2	2-2.3	2.3-2.6	2.6-2.9	2.9-3.2	3.2-3.5	> 3.5
AF	Muy fino	Fino	Ligeramente fino	Mediano	Ligeramente grueso	Grueso	Muy grueso

Nota: (Ávila & Jiménez, 2020).

2.3.6.4. Contenido de humedad

Cantidad de agua que las partículas de agregado retienen en sus poros en un momento específico. Para determinar el contenido de humedad, se secan las muestras y se compara su peso inicial con el peso seco. Controlar este parámetro garantiza que se utilice la cantidad correcta de agua en la mezcla, evitando problemas como sangrado excesivo o fraguado deficiente (Rivva, 2010).

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100 \quad (4)$$

2.3.6.5. Peso específico y absorción

El peso específico de un agregado mide su densidad relativa en comparación con el agua, mientras que la absorción refleja la capacidad del material para retener agua en sus poros. Según Mehta & Monteiro (2014), un mayor peso específico y una menor absorción son indicativos de agregados de buena calidad, que contribuyen a un concreto más denso y resistente.

Estos parámetros se determinan mediante procedimientos descritos en las normativas NTP 400.021 (INACAL, 2020) y NTP 400.022 (INACAL, 2021) para agregados gruesos y finos, respectivamente.

Para agregado fino:

$$Pem = \frac{W_o}{V-Va} \times 100 \quad (5)$$

$$PeSSS = \frac{500}{V-Va} \times 100 \quad (6)$$

$$Pea = \frac{W_o}{(V-Va)-(500-W_o)} \times 100 \quad (7)$$

$$Ab = \frac{500-W_o}{W_o} \times 100 \quad (8)$$

Donde, Pem peso específico de masa, PeSSS peso específico saturado superficialmente seco, Pea peso específico aparente, Ab absorción, Wo peso en el aire de la muestra secada en el horno, g; V Volumen del frasco en cm³, Va peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco.

Para agregado grueso:

$$Pem = \frac{A}{(B-C)} \times 100 \quad (9)$$

$$Pea = \frac{A}{(A-C)} \times 100 \quad (10)$$

$$PeSSS = \frac{B}{(B-C)} \times 100 \quad (11)$$

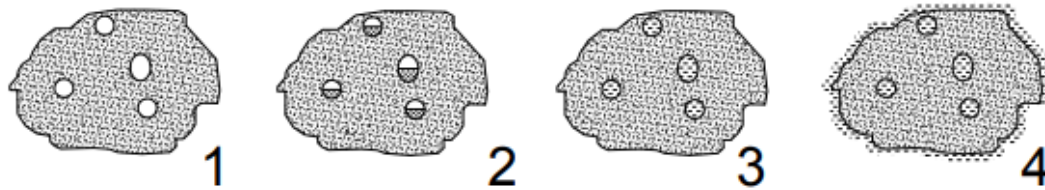
$$Ab(\%) = \frac{(B-A)}{A} \times 100 \quad (12)$$

Dónde, P_m peso específico de masa, P_a peso específico aparente, P_{eSSS} peso específico saturado, A_b absorción, A Peso de la muestra seca en el aire, B Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, C Peso en el agua de la muestra saturada.

Figura 7

Estados de Saturación de los Agregados

1. Seco (Secado al horno)
2. Parcialmente Saturado
3. Saturado con la superficie seca (SSD, por sus siglas en ingles); poros llenos de agua y seco en la superficie.
4. Saturado húmedo en la superficie; poros llenos de agua y húmedo en la superficie.



Nota: (Quiroz & Salamanca, 2006).

2.3.6.6. Peso unitario suelto

Relación entre el peso del material y el volumen que ocupa cuando se encuentra en estado suelto, es decir, sin compactar. Este parámetro, regulado por la NTP 400.017 (INACAL, 2020), es útil para calcular el volumen requerido de agregados en el diseño de mezclas y evaluar la densidad aparente del material.

$$PUS = \frac{\text{Peso suelto del agregado}}{\text{Volumen unitario}} \quad (13)$$

2.3.6.7. Peso unitario compactado

Peso del agregado en un volumen unitario después de haber sido sometido a un proceso de compactación estándar, según lo establece la NTP 400.017 (INACAL, 2020). Este valor refleja la densidad máxima alcanzable del agregado, lo que es importante para calcular la proporción de agregados en el diseño de mezclas de concreto (Kosmatka et al., 2004).

$$PUC = \frac{\text{Peso compactado del agregado}}{\text{Volumen unitario}} \quad (14)$$

2.3.7. Resistencia a compresión del concreto

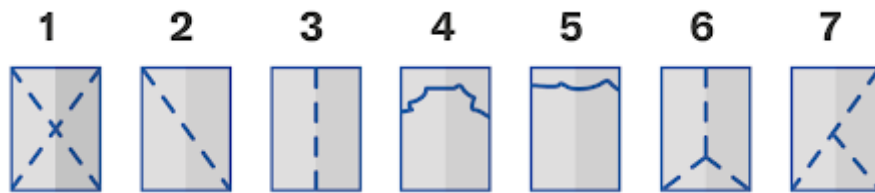
Capacidad del material para resistir cargas de compresión aplicadas de manera perpendicular a su sección transversal. Esta propiedad se mide mediante ensayos en laboratorio en los que se somete a carga un espécimen cilíndrico o cúbico hasta su fallo. La resistencia a compresión se considera la propiedad más importante del concreto debido a que es un parámetro crítico en el diseño estructural y está directamente relacionado con otras propiedades mecánicas, como el módulo de elasticidad y la resistencia a la tracción (Mehta & Monteiro, 2014).

$$F_c = \frac{P}{A} \quad (15)$$

Donde, F_c resistencia a compresión del concreto expresado en MPa o Kg/cm², P carga máxima soportada por la probeta durante el ensayo a compresión, en N o kg, A área de la sección transversal de la probeta en mm² o cm².

Figura 8

Fallas en Cilindros al Soportar Esfuerzos a Compresión



Nota: (1) Cuando una carga de compresión se aplica correctamente sobre un espécimen preparado de manera adecuada. (2) Cuando las superficies de carga exceden o no cumplen con las tolerancias especificadas. (3) En casos donde las superficies de carga tienen curvaturas, concavidades o convexidades. (4) En muestras con superficies de carga cóncavas o defectos en el material del cabezal, además de en placas de carga con concavidad pronunciada. (5) Cuando las superficies de carga presentan protuberancias. (6) En especímenes cuyas superficies de carga tienen convexidad o defectos en el cabezal, acompañados de rugosidades en las placas o el plato del cabezal. (7) Cuando las superficies de carga no cumplen con las tolerancias de paralelismo (Cemex, 2023).

2.3.7.1. Factores que afectan la resistencia a compresión

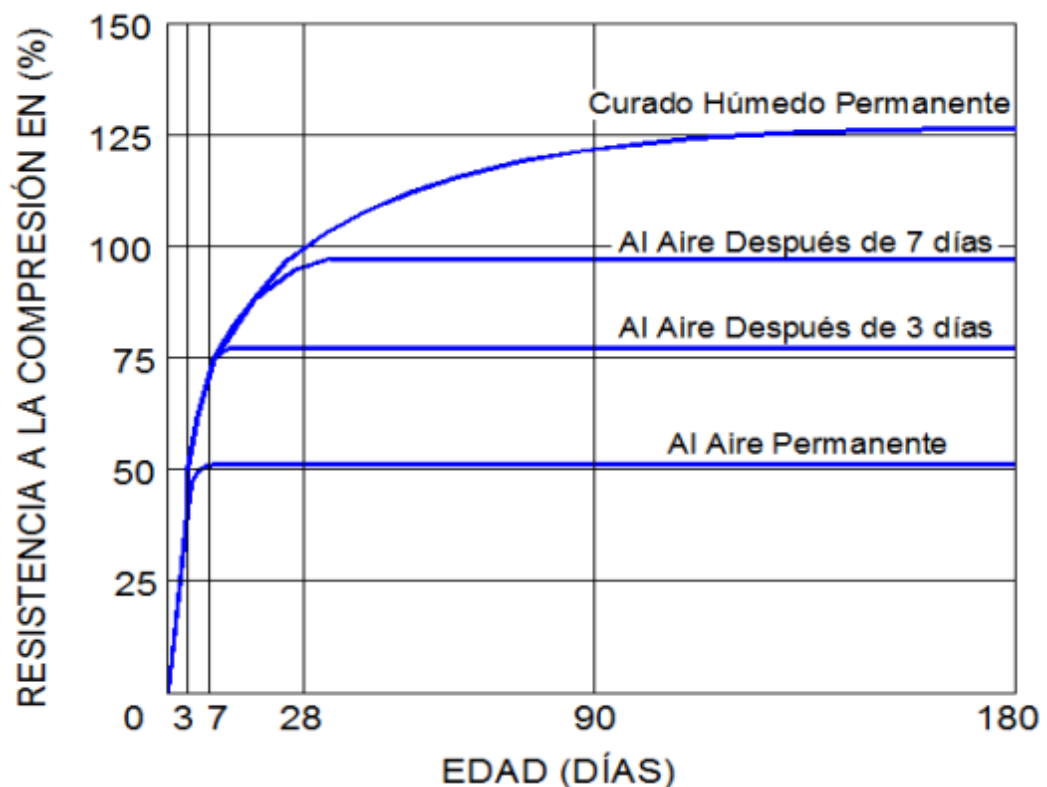
La resistencia a compresión del concreto está influenciada por varios factores, entre ellos:

Relación agua-cemento (a/c): Una menor relación a/c produce concretos más densos y con menor porosidad, lo que incrementa la resistencia. Pero, una relación a/c muy baja puede dificultar la trabajabilidad de la mezcla (Neville, 2011).

Edad del concreto: La resistencia a compresión aumenta con el tiempo debido al progreso de las reacciones de hidratación. Los ensayos estándar se realizan comúnmente a los 7, 14 y 28 días, pero el concreto puede seguir ganando resistencia durante varios meses (Scanferla, 2009).

Figura 9

Aumento de la Resistencia a Compresión de Acuerdo a la Edad del Concreto



Nota: El cemento reacciona con el agua formando gel de silicato de calcio, cuyos cristales se densifican con el tiempo, aumentando la resistencia del concreto (Corro & Ramos, 2015).

Curado: Las condiciones de curado, como temperatura y humedad permiten la hidratación completa del cemento. Una hidratación deficiente reduce significativamente la resistencia final del concreto (Kosmatka et al., 2004).

Diseño de la mezcla: Las proporciones adecuadas de materiales garantizan un equilibrio entre resistencia, trabajabilidad y durabilidad (Rivva, 2010).

Calidad de los materiales: El tipo y calidad del cemento, así como las propiedades físicas y químicas de los agregados, impactan directamente en la resistencia. Agregados de mayor dureza y menor porosidad suelen mejorar el desempeño mecánico del concreto (Cieza, 2021).

2.3.7.2.Importancia de la resistencia a compresión en el diseño estructural

La resistencia a compresión es el parámetro principal utilizado en el diseño estructural del concreto. Esta propiedad determina la capacidad de un elemento para soportar cargas, evitando fallos como el aplastamiento o colapso. Según Mehta y Monteiro (2014), la resistencia a compresión se utiliza para calcular el esfuerzo permitido en columnas, vigas y losas, y está directamente relacionada con la seguridad de las estructuras. Además, este parámetro permite clasificar el concreto en diferentes categorías de resistencia, lo que facilita su selección en función de las exigencias del proyecto. En estructuras sometidas a cargas extremas, como puentes y edificios de gran altura, se requieren concretos de alto desempeño con resistencias superiores a 50 MPa.

2.3.7.3.Determinación de la resistencia a compresión en laboratorio

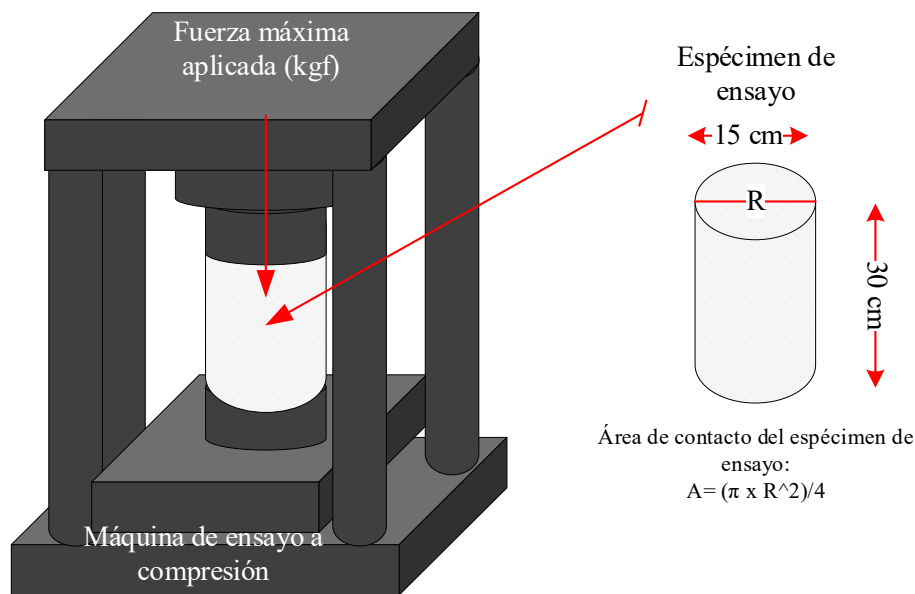
La resistencia a compresión del concreto se determina mediante ensayos en probetas, generalmente cilíndricas, con una esbeltez de 2 (relación altura/diámetro de 30 cm/ 15 cm). Estas probetas se moldean siguiendo

procedimientos normalizados, como la NTP 339.034 (INACAL, 2021), que garantizan condiciones uniformes durante la fabricación y el curado.

El ensayo se realiza colocando la probeta en una máquina de compresión hidráulica, aplicando carga de manera continua hasta la falla, registrando la carga máxima soportada. Este procedimiento permite evaluar la calidad del concreto en diferentes edades (7, 14 y 28 días) y proporciona información esencial para la verificación del cumplimiento de los requisitos normativos y de diseño (Scanferla, 2009).

Figura 10

Representación del Ensayo a Compresión del Concreto



Nota: Adaptado de (Ávila & Jiménez, 2020).

2.3.7.4. Curvas esfuerzo – deformación

La curva esfuerzo-deformación del concreto a compresión representa la relación entre la carga (esfuerzo) aplicada a una muestra de concreto y la deformación unitaria que esta sufre, normalmente obtenida mediante ensayos de compresión axial en cilindros o prismas. Esta curva es fundamental para entender el comportamiento mecánico del concreto ante cargas (Neville, 2011).

Zona elástica. Es la primera parte de la curva esfuerzo-deformación, donde la deformación es proporcional al esfuerzo aplicado. Si se elimina la carga, el material vuelve a su forma original. “En esta región, la relación entre esfuerzo y deformación es lineal y reversible” (Nilson et al., 2010).

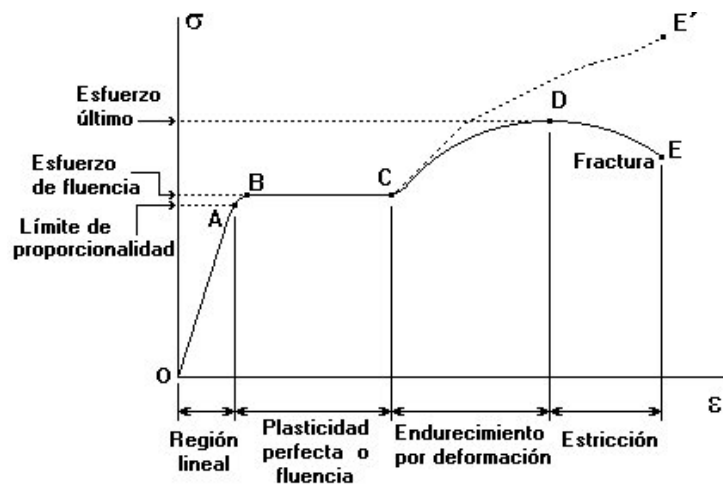
Zona de cedencia. Punto donde el material comienza a deformarse plásticamente. Aunque se sigue incrementando la deformación, el esfuerzo permanece constante o aumenta ligeramente. Es un comportamiento típico de materiales dúctiles, aunque el concreto, por su naturaleza frágil, presenta un comportamiento más complejo y no siempre definido claramente como en metales. “El punto de cedencia se refiere al inicio de una deformación permanente, donde el material deja de comportarse de forma elástica” (Nilson et al., 2010).

Zona de endurecimiento. Después de la cedencia, algunos materiales pueden soportar cargas mayores debido a mecanismos internos que aumentan su resistencia. En el concreto, puede representarse por un incremento en la resistencia debido a mecanismos internos como el confinamiento o redistribución de esfuerzos. “El endurecimiento por deformación puede incrementar la capacidad de carga aparente debido a la redistribución de esfuerzos en materiales heterogéneos como el concreto” (Neville, 2011).

Zona de estricción. La estricción es una disminución localizada de la sección transversal, comúnmente observada en metales dúctiles justo antes de la fractura. En concreto, no se presenta de forma marcada como en metales, pero puede identificarse una caída en el esfuerzo después de alcanzar el esfuerzo máximo, lo que podría interpretarse como una pérdida de capacidad de carga antes de la falla. “La estricción se manifiesta como una reducción de carga con aumento de deformación, asociada al inicio de la fractura” (Neville, 2011).

Figura 11

Curva de Esfuerzo – Deformación Idealizada para Materiales Dúctiles



Nota: (Uribe et al., 2019).

2.4. Hipótesis

La sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) mejora significativamente la resistencia a compresión del concreto elaborado con arena de la cantera Conchán en Chota.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente: Agregado fino

El agregado fino es un material granular que pasa por el tamiz N° 4 (4.75 mm) y queda retenido en el tamiz N° 200 (0.075 mm). Este material, generalmente arena natural o triturada, constituye uno de los componentes principales del concreto y tiene la función de llenar los vacíos entre los agregados gruesos, mejorando la cohesión y trabajabilidad de la mezcla (Neville, 2011).

En esta investigación, el agregado fino utilizado es la arena obtenida de la cantera Conchán, Chota. Caracterizada mediante ensayos normados para determinar su granulometría, módulo de finura, contenido de humedad, peso específico y absorción, conforme a las especificaciones técnicas de la NTP 400.037 (INACAL, 2021).

2.5.2. Variable independiente: Residuo zarandeado de roca triturada

El residuo zarandeado de roca triturada, conocido localmente como “confitillo”, es un subproducto generado durante el proceso de trituración de roca caliza u otras rocas. Este material, caracterizado por partículas finas de tamaño inferior a 6 mm o con tamaño máximo de ¼”, puede ser utilizado como sustituto parcial del agregado fino en mezclas de concreto, contribuyendo a una economía circular en la construcción (Silva et al., 2014).

El residuo zarandeado utilizado se ha recolectado de la cantera Los Andes, en Colpatuapampa, Chota. Este material se ha sometido a ensayos granulométricos, determinación del peso específico y absorción, módulo de finura y contenido de humedad según la NTP 400.037 (INACAL, 2021). Se evaluó su desempeño en proporciones de sustitución de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% respecto al agregado fino convencional (arena).

2.5.3. Variable dependiente: Resistencia a compresión

La resistencia a compresión del concreto es la capacidad del material para soportar cargas de compresión aplicadas de manera perpendicular a su sección transversal. Es una de las propiedades mecánicas más importantes del concreto, directamente relacionada con su uso estructural y clasificada en función de su capacidad para resistir cargas (Mehta & Monteiro, 2014).

La resistencia a compresión se ha medido en especímenes cilíndricos de concreto (15 cm x 30 cm) preparados con diferentes proporciones de sustitución del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (0%, 25%, 50%, 75% y 100%). Los especímenes fueron curados durante 7, 14 y 28 días en condiciones normadas (humedad relativa $\geq 95\%$ y temperatura de 21 ± 2 °C), y ensayados según la norma NTP 339.034 (INACAL, 2021).

Tabla 3

Matriz de Operacionalización de Variables

Variab	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Ítem		
Variable independiente Agregado fino	Material granular que pasa por el tamiz N° 4 (4.75 mm) y queda retenido en el tamiz N° 200 (0.075 mm).	Propiedades físicas	Son aquellas características intrínsecas que presenta la arena y que sirven para el diseño de mezclas del concreto.	Granulometría	%		
				Contenido de humedad	%		
				Peso específico	g/cm ³		
				Absorción	%		
				Peso unitario suelto	kg/m ³		
				Peso unitario compactado	kg/m ³		
Variable independiente: Residuo zarandeado de roca triturada	Conocido localmente como “confitillo”, es un subproducto generado durante el proceso de trituración de roca.	Propiedades físicas	Son aquellas características intrínsecas que presenta el residuo zarandeado de roca triturada y que sirven para el diseño de mezclas del concreto.	Granulometría	%		
				Contenido de humedad	%		
				Peso específico	g/cm ³		
				Absorción	%		
				Peso unitario suelto	kg/m ³		
				Peso unitario compactado	kg/m ³		
Variable dependiente Resistencia a compresión del concreto	La resistencia a compresión del concreto es la capacidad del material para soportar cargas de compresión aplicadas de manera perpendicular a su sección transversal.	Proporción de mezcla	Representa la cantidad de materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto de acuerdo a las proporciones de arena – residuo zarandeado de roca triturada como agregado fino.	Cemento	bls		
				Agua	m ³		
				Relación a/c	N°		
				Aire	%		
				Agregado fino (arena)	m ³		
				Residuo zarandeado de roca triturada	m ³		
		Curado de probetas	Representa el tiempo que las probetas han pasado en agua previo a ser sometidas al ensayo de compresión.	7 días	Días		
				14 días	Días		
				28 días	Días		
				Propiedades mecánicas del concreto	La resistencia a la compresión es la principal característica mecánica del concreto.	Resistencia a compresión	kg/cm ²

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El enfoque es cuantitativo porque se centra en la obtención y análisis de datos numéricos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018) que permiten medir la influencia de la sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado en la resistencia a compresión del concreto. Este enfoque implica la realización de ensayos de laboratorio donde se registra la resistencia a compresión y las propiedades físicas de los materiales empleados, además de que se utilizan proporciones definidas de sustitución del agregado fino, como 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, con el objetivo de evaluar cómo estas variaciones afectan las propiedades mecánicas del concreto.

Es de tipo aplicada porque está orientada a resolver un problema práctico en el ámbito de la construcción, específicamente en Chota. El propósito del estudio no es únicamente generar conocimiento teórico, sino ofrecer soluciones concretas al aprovechamiento de materiales subutilizados, como el residuo zarandeado de roca triturada, para mejorar la calidad del concreto. Por lo tanto, los resultados tienen aplicabilidad directa, especialmente en un contexto donde la calidad de los agregados, como la arena, puede ser limitada (Behar, 2008).

El nivel de la investigación es descriptivo, ya que su objetivo principal es caracterizar las propiedades mecánicas del concreto elaborado con diferentes proporciones de sustitución del agregado fino. Este nivel implica documentar detalladamente las características de los materiales utilizados, así como las propiedades del concreto resultante. Además, el estudio describe cómo estas propiedades cambian en función de las proporciones utilizadas, dando una imagen

clara de los efectos específicos del material en el desempeño del concreto (Morales, 2012).

Tabla 4

Tipo de Investigación

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Contexto donde sucede	Laboratorio
Estrategia o enfoque metodológico	Cuantitativa
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Objetivos	Descriptiva
Control de diseño de la prueba	No experimental
Fuente de datos	Primaria

Nota: (Grajales, 2000).

3.2. Diseño de investigación

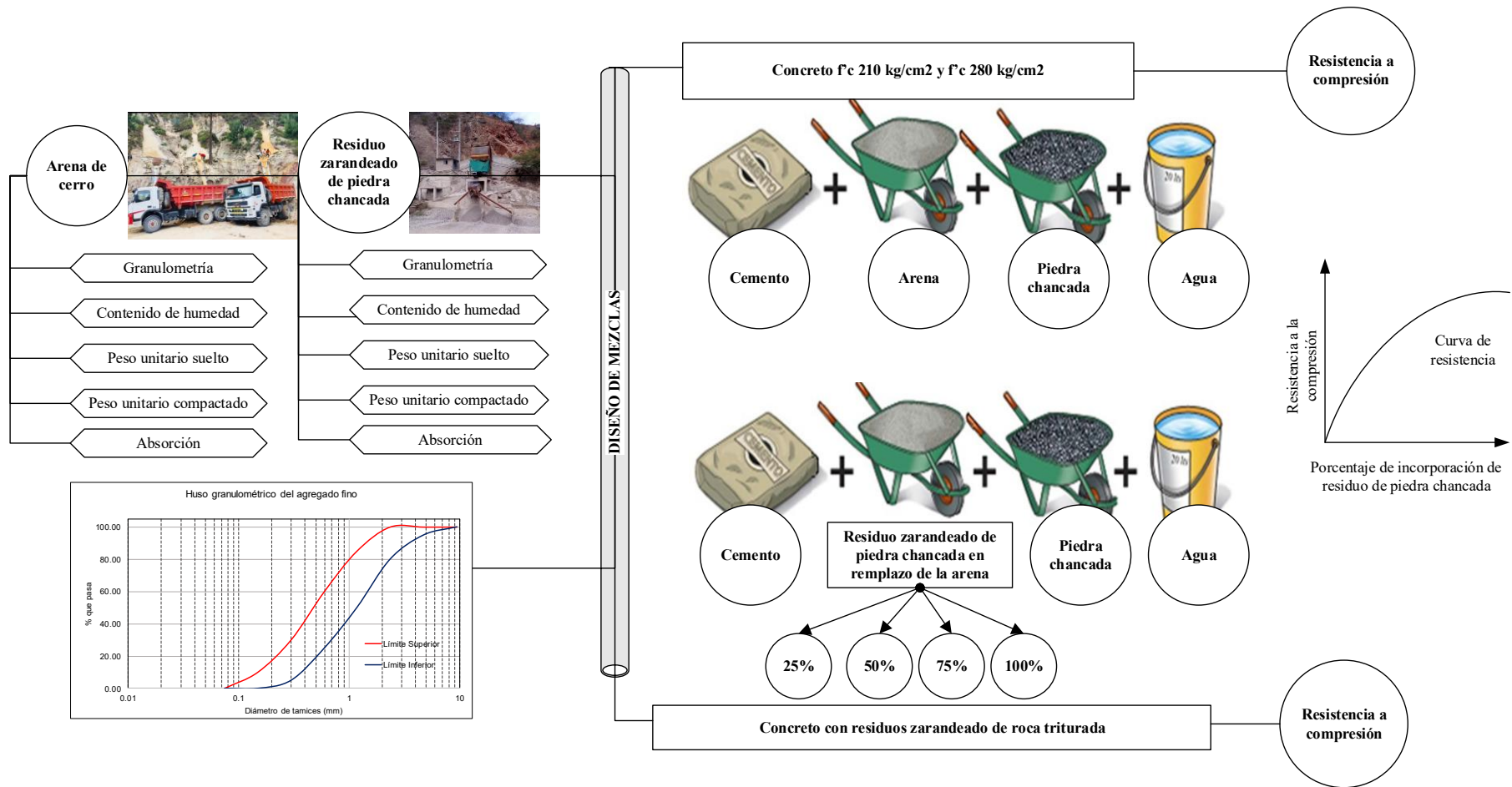
La investigación utiliza un diseño descriptivo causal simple porque se enfoca en describir las propiedades de los materiales y del concreto resultante, al tiempo que analiza la relación causa-efecto entre la proporción de sustitución del agregado fino y la resistencia a compresión del concreto. Este diseño es apropiado para los objetivos del estudio, ya que permite obtener resultados claros y específicos sobre el impacto de la sustitución del material en un contexto controlado (Agudelo et al., 2008).

$$M < \begin{matrix} x1 \\ x2 \end{matrix} > y \quad (16)$$

Donde, M es la muestra o especímenes de concreto que se elaboran con diferentes proporciones de “x1” arena y “x2” residuos zarandeados de roca triturada, para generar un efecto en “y” la resistencia a compresión del concreto.

Figura 12

Diseño de Investigación



3.3. Métodos de investigación

La investigación utiliza el método sintético-analítico porque descompone y estudia detalladamente los elementos individuales, como los materiales y sus propiedades, y luego integra esta información para comprender la influencia de la sustitución del agregado fino por residuo zarandeado en la resistencia a compresión del concreto (Bernal, 2016).

En primer lugar, el enfoque analítico se evidencia en la descomposición y estudio detallado de los elementos que intervienen en la composición del concreto. Se analiza cada componente por separado, como el agregado fino convencional y el residuo zarandeado de roca triturada, caracterizando sus propiedades físicas (granulometría, módulo de finura, absorción, entre otros). Asimismo, se examinan las propiedades mecánicas del concreto resultante, como la resistencia a compresión, considerando distintas proporciones de sustitución (0%, 25%, 50%, 75% y 100%).

Por otro lado, el enfoque sintético se pone en práctica al integrar los datos obtenidos de los análisis individuales para formar una visión global sobre el comportamiento del concreto. Esto implica relacionar las propiedades de los materiales estudiados con el desempeño del concreto, considerando cómo la interacción entre los diferentes componentes afecta la resistencia a compresión.

El uso del método sintético-analítico permite abordar el problema desde dos perspectivas complementarias. Por un lado, el análisis detallado proporciona información específica y precisa sobre las características de los materiales y su comportamiento. Por otro lado, la síntesis integra esos datos para responder a la pregunta principal del estudio: cómo la sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado mejora la resistencia del concreto.

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Todas las posibles combinaciones de mezclas de concreto f^c 210 kg/cm² y f^c 280 kg/cm² que puedan elaborarse utilizando diferentes proporciones de agregado fino convencional y residuo zarandeado de roca triturada como sustituto parcial del primero, bajo las condiciones y normativas técnicas pertinentes.

3.4.2. Muestreo

Se ha utilizado el muestreo probabilístico por bloques completamente al azar, DOE factorial de múltiples niveles en Minitab 22, tomando en cuenta para el número de repeticiones un mínimo de 3 especímenes por cada proporción de acuerdo a la NTP 339.034 (INACAL, 2021). El diseño muestral contempla proporciones de sustitución del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada en cinco niveles: 0% (control), 25%, 50%, 75% y 100%. Estas proporciones se han seleccionado para evaluar de manera sistemática el efecto del material alternativo en la resistencia a compresión del concreto, a tres niveles de curado: 7, 14 y 28 días, para dos niveles de resistencias a compresión esperada: f^c 210 kg/cm² y f^c 280 kg/cm². Dando un total de corridas base de 30, con tres repeticiones, siendo el total de corridas 90 unidades muestrales.

Tabla 5

Resumen del Diseño Muestral DOE Factorial de Múltiples Niveles

Factores	3	Réplicas	3
Corridas base	30	Total, de corridas	90
Bloques base	1	Total, de bloques	1
Número de niveles	5, 3, 2		

Nota: Realizado en el programa Minitab 22, tomando en cuenta para el número de repeticiones la NTP 339.034 (INACAL, 2021) que especifica un número mínimo de 3 unidades muestrales por cada periodo de curado y para cada dosificación de ensayo.

3.4.3. Muestra

Especímenes cilíndricos de concreto (15 cm de diámetro x 30 cm de altura) que se elaboran con las proporciones de sustitución 0% (control), 25%, 50%, 75% y 100% de arena por residuos zarandeados de roca triturada. Para cada proporción de sustitución, se moldearon y curaron especímenes en condiciones controladas, siguiendo la NTP 339.183 (INACAL, 2021). Además, se realizaron pruebas de resistencia a compresión a edades de curado de 7, 14 y 28 días, con al menos tres especímenes por cada combinación y cada edad de ensayo de acuerdo a la NTP 339.034 (INACAL, 2021).

En total, la muestra se conformó por 45 especímenes de concreto $f'c$ 210 kg/cm² y 45 especímenes de concreto $f'c$ 280 kg/cm² (5 proporciones de sustitución \times 3 edades de ensayo \times 3 réplicas por combinación). Por tanto, la muestra estuvo conformada por 90 testigos de concreto $F'c$ 210 y 280 kg/cm² elaborados sustituyendo parcialmente al 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de agregado fino de la cantera Conchán por residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes de Colpatuapampa.

Tabla 6

Número de Especímenes Cilíndricos de Concreto

% de sustitución	Tiempo de curado (días)			Probetas $f'c$ 210 kg/cm ²	Tiempo de curado (días)			Probetas $f'c$ 280 kg/cm ²	Total
	7	14	28		7	14	28		
	0	3	3	3	9	3	3	3	
25	3	3	3	9	3	3	3	9	18
50	3	3	3	9	3	3	3	9	18
75	3	3	3	9	3	3	3	9	18
100	3	3	3	9	3	3	3	9	18
Total	15	15	15	45	15	15	15	45	90

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Observación. Técnica directa para registrar las características físicas y generales del comportamiento de los materiales y mezclas durante las distintas etapas de la investigación. Se aplicó en la inspección de los materiales, como el agregado fino convencional y el residuo zarandeado de roca triturada, evaluando aspectos como la textura, forma, color y posibles contaminantes. Durante la preparación de las mezclas de concreto, la observación permitió monitorear el comportamiento del concreto fresco, verificando la homogeneidad, trabajabilidad, facilidad de compactación y posibles problemas de segregación o sangrado. Asimismo, en la fase de ensayos de resistencia a compresión, la observación se enfocó en identificar posibles irregularidades en las probetas, como fisuras prematuras, deformaciones inesperadas o problemas en la distribución de la carga.

Análisis de laboratorio. Técnica principal utilizada para obtener datos cuantitativos sobre las propiedades de los materiales y del concreto. Incluyó ensayos normados que permitieron evaluar tanto las características físicas de los materiales como las propiedades mecánicas del concreto. Entre los ensayos realizados, se analizaron propiedades como granulometría, módulo de finura, contenido de humedad, peso específico y absorción del agregado fino convencional y del residuo zarandeado. Para evaluar la resistencia mecánica del concreto, se llevaron a cabo ensayos de compresión en probetas cilíndricas, moldeadas con diferentes proporciones de sustitución del agregado fino (0%, 25%, 50%, 75% y 100%). Estos ensayos se realizaron en condiciones controladas de laboratorio y a edades de 7, 14 y 28 días, siguiendo las respectivas normas técnicas peruanas (NTP).

3.5.2. *Instrumentos de recolección de datos*

Guion de observación. Fue diseñado para estructurar y registrar de manera uniforme las observaciones realizadas durante el desarrollo de la investigación.

Este instrumento incluyó criterios específicos para documentar:

- Las características físicas iniciales de los materiales, como textura y limpieza.
- El comportamiento del concreto fresco, incluyendo trabajabilidad, tiempo de fraguado, homogeneidad, segregación.
- Las anomalías observadas en las probetas durante los ensayos de resistencia a compresión, como fisuras prematuras o deformaciones irregulares.

Formatos de ensayos de laboratorio. Fueron diseñados específicamente para documentar de manera precisa y estructurada los datos cuantitativos obtenidos en cada prueba realizada. Estos formatos incluían secciones claramente definidas para registrar los siguientes aspectos:

- Datos de identificación: Información sobre el tipo de ensayo, número de muestra, fecha y condiciones de prueba.
- Resultados cuantitativos: Los formatos incluían campos predefinidos para registrar los valores obtenidos en los ensayos. Por ejemplo, en las pruebas de granulometría, se documentaron los porcentajes retenidos en cada tamiz; y en los ensayos de resistencia a compresión, se registraron las dimensiones de las probetas, las cargas máximas soportadas por cada probeta y la resistencia correspondiente calculada en kg/cm².
- Condiciones de prueba: En esta sección, se registraron parámetros relacionados con el entorno y los procedimientos de prueba. Por ejemplo, se documentaron detalles sobre el equipo utilizado, como las características de la máquina de compresión y su calibración.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Ubicación geográfica de las canteras

La cantera de agregado fino “Conchán” se ubica en el distrito de Conchán, provincia de Chota, a 500 m de la ciudad de Conchán en las coordenadas UTM WGS84 17S 760444 m E, 9288079.00 m S, de esta cantera se ha extraído la arena natural para la elaboración del concreto base. El clima en Conchán presenta temperaturas que varían de 8 a 22 °C, con humedad relativa de 46% y precipitaciones pluviales con mayor intensidad en el mes de abril de 46 mm/mes (Clima, 2024).

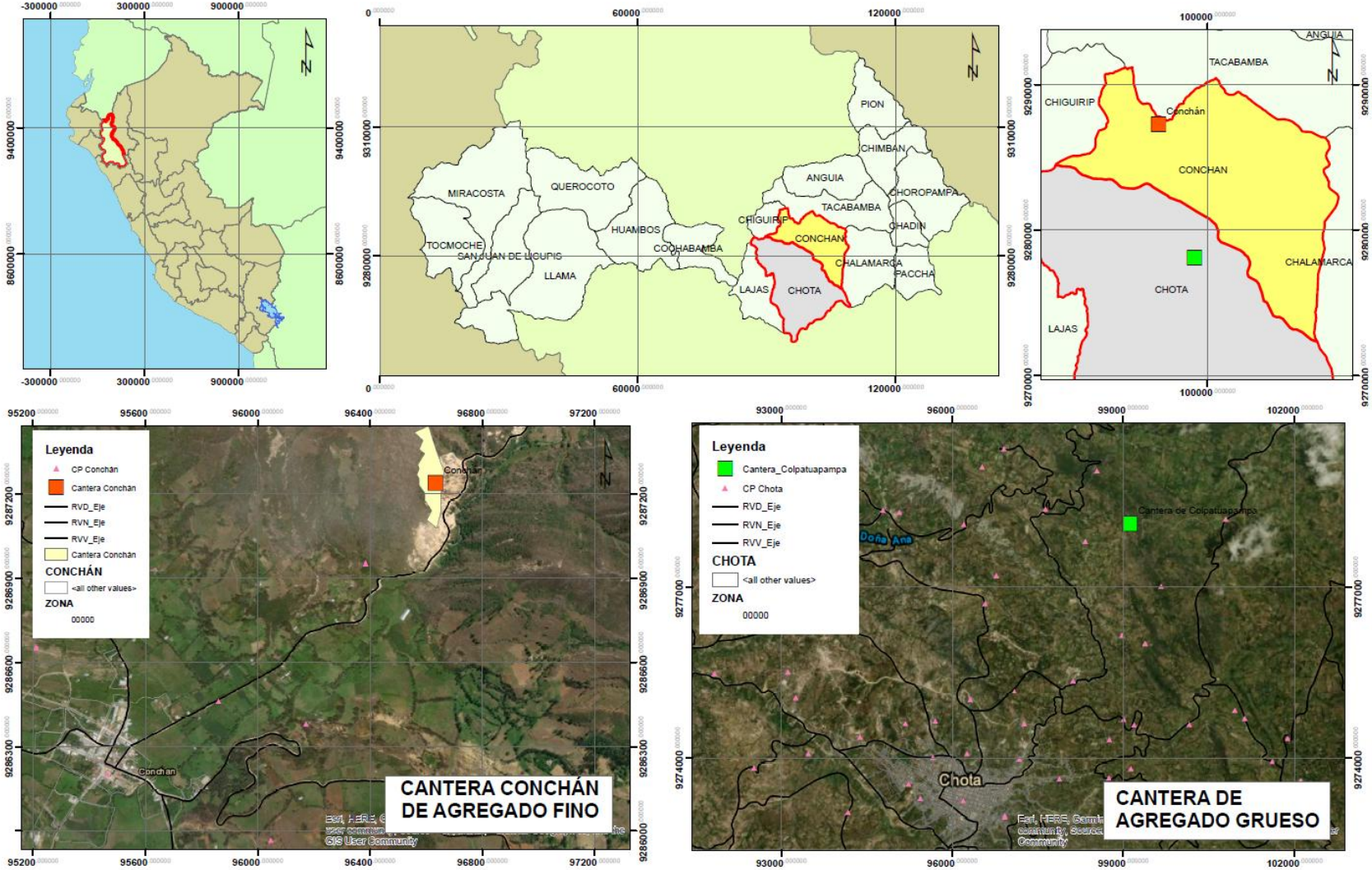
La cantera de agregado grueso “Los Andes” se ubica en la comunidad de Colpatuapampa, distrito de Chota, a 6 km de la ciudad de Chota en las coordenadas UTM WGS84 17S 762823.00 m E, 9278933.00 m S, de esta cantera se ha extraído la grava natural para la elaboración del concreto, pero también se han obtenido los residuos zarandeados de roca triturada que se han utilizado como remplazo parcial de la arena natural. El clima en Chota presenta temperaturas que varían de 12.72°C a 21.08°C, con fuertes precipitaciones pluviales (115.05 mm/hr) (SENAMHI, 2023).

Tabla 7

Ubicación Geográfica de las Canteras utilizadas en la Producción de Concreto en Chota

Cantera	Material extraído	Este (m E)	Norte (m S)
Colpatuapampa	Agregado grueso (piedra triturada)	762823.00	9278933.00
Colpatuapampa	Residuo zarandeado de roca triturada	762823.00	9278933.00
Conchán	Agregado fino (Arena natural)	760444.00	9288079.00

Figura 13 Ubicación de las Canteras Utilizadas en la Producción de Concreto en Chota



3.6.1.2.Extracción de agregados

a) Equipos, materiales e instrumentos:

- Pala.
- Cincel y martillo.
- Zarandas de diferentes aberturas.
- Carretilla.
- Excavadora (opcional, dependiendo del volumen extraído).
- Vehículo de transporte (camión o volquete).
- Agregado fino (arena) de la cantera Conchán.
- Agregado grueso (grava natural) de la cantera Los Andes de Colpatuapampa.
- Residuo zarandeado de roca triturada (subproducto de la trituración de roca caliza).
- Bolsas o contenedores para almacenar muestras.
- Lona plástica para evitar contaminación del material durante la extracción.

b) Extracción del agregado fino (arena) de la cantera Conchán

- Se inspeccionó visualmente el área de extracción para identificar un sector con arena limpia y libre de contaminantes, como material orgánico.
- Se utilizó una pala para remover y recolectar el material superficial, evitando la contaminación con arcillas o tierra.
- La arena extraída se pasó a través de zarandas con aberturas estándar para garantizar que el material cumpliera con las especificaciones granulométricas.
- El material tamizado se almacenó en bolsas o contenedores limpios, evitando el contacto con el suelo.
- Finalmente, la arena se pesó y transportó al laboratorio para su caracterización.

c) Extracción del agregado grueso (grava natural) de la cantera Los Andes de Colpatuapampa

- Se inspeccionó el área de la cantera para seleccionar una zona de extracción con grava de buena calidad, priorizando materiales de forma angular y libre de impurezas.
- Se utilizó una zaranda para separar los tamaños deseados de grava natural, cumpliendo con las especificaciones requeridas para agregado grueso.
- El material resultante se colocó en contenedores en un vehículo de transporte, asegurando su integridad y limpieza.
- La grava fue llevada al laboratorio para realizar ensayos de caracterización física.

d) Extracción del residuo zarandeado de roca triturada

- Se identificó en la cantera Los Andes el punto donde se generaban los residuos de trituración de roca, comúnmente conocidos como “confitillo”.
- Se recogieron los residuos acumulados con ayuda de palas, verificando que estuvieran libres de contaminantes como restos de suelo o material orgánico.
- Los residuos se pasaron por una zaranda para garantizar que las partículas tuvieran el tamaño adecuado para ser utilizados como sustituto parcial del agregado fino.
- El material seleccionado se almacenó en bolsas o contenedores y se etiquetó correctamente para evitar mezclas con otros materiales.
- Finalmente, los residuos se pesaron y transportaron al laboratorio para análisis granulométrico y de otras propiedades físicas.

Figura 14 *Proceso de Extracción de Agregado Fino en la Cantera Conchán*



Figura 15 *Proceso de Extracción de Agregado Grueso y Residuo Zarandeado de Roca en la Cantera Los Andes de Colpatuapampa*



3.6.1.3. Ensayos físicos al agregado grueso

En el laboratorio GSE de la ciudad de Chota se realizaron los ensayos físicos al agregado grueso de la cantera Los Andes de Colpatuapampa. Estos ensayos se realizaron conforme a las normas técnicas peruanas (NTP) previo cuarteo de la muestra. Siendo así, se realizó el ensayo de granulometría NTP 400.012 (INACAL, 2021), contenido de humedad NTP 339.185 (INACAL, 2021), peso específico y absorción NTP 400.021 (INACAL, 2020), peso unitario suelto y compactado NTP 400.017 (INACAL, 2020). Luego, se verificó que, los resultados de estos ensayos estuvieran acorde a la NTP 400.037 (INACAL, 2021), comprobando que el agregado grueso cumplía con el huso granulométrico #57, y sus demás parámetros se encontraban dentro del rango usual de grava natural.

1) Equipos, materiales e instrumentos utilizados

- Estufa con capacidad de hasta 110 °C.
- Zarandas estándar (serie de tamices según norma NTP 400.012).
- Balanza de precisión (0.01 g para muestras pequeñas y hasta 1 g para muestras grandes).
- Probeta graduada o recipiente volumétrico calibrado.
- Máquina vibratoria (para el ensayo de granulometría).
- Picnómetro (para peso específico y absorción).
- Varilla metálica de compactación (16 mm de diámetro).
- Recipiente metálico o molde cilíndrico (para peso unitario).
- Agregado grueso seco (grava).
- Agua potable (para ensayos de peso específico y absorción).
- Bolsas o contenedores para las muestras.
- Cepillo de cerdas suaves (para limpiar tamices).

2) Procedimiento de ensayos físicos al agregado grueso

a) NTP 339.185 Contenido de humedad (INACAL, 2021)

- Se tomó una muestra representativa del agregado grueso.
- La muestra fue pesada en estado húmedo.
- Luego, la muestra fue colocada en la estufa a una temperatura constante de 110 ± 5 °C durante 24 horas o hasta alcanzar un peso constante.
- Posteriormente, se retiró la muestra, se dejó enfriar y se pesó nuevamente.
- El contenido de humedad se calculó como la diferencia de estos pesos en porcentaje.

b) NTP 400.012 Granulometría (INACAL, 2021)

- Se preparó una muestra de agregado grueso de aproximadamente 5 kg.
- La muestra fue colocada en la máquina vibratoria junto con una serie de tamices estándar (de mayor a menor tamaño) según las especificaciones de la norma NTP 400.012 (INACAL, 2021).
- Se hizo vibrar la muestra durante 10 minutos.
- Se registró el peso del material retenido en cada tamiz y el porcentaje retenido acumulado.
- Los resultados fueron graficados en una curva granulométrica para analizar la distribución del tamaño de las partículas.

c) NTP 400.021 Peso específico y absorción (INACAL, 2020)

- La muestra de agregado grueso se secó completamente para garantizar que no contuviera humedad inicial.
- Posteriormente, se sumergió en agua durante un tiempo suficiente para permitir la saturación completa de los poros internos.

- Una vez saturada, la muestra se retiró del agua y se hizo rodar sobre un paño grande y absorbente para eliminar el exceso de agua superficial.
- Bajo esta condición, conocida como saturación con superficie seca (SSS), se determinó su peso.
- A continuación, la muestra fue colocada en una cesta de alambre y se midió su peso mientras estaba sumergida en agua.
- Finalmente, la muestra se secó nuevamente en estufa hasta alcanzar un peso constante para completar el ensayo

Figura 16

Condición Saturado Superficialmente Seco en Agregado Grueso



Nota: (Ayala et al., 2019).

d) NTP 400.017 Peso unitario suelto y compactado (INACAL, 2020)

- Un recipiente metálico de volumen conocido fue llenado con agregado grueso suelto, sin compactar, vertiéndolo desde una altura baja.
- El agregado en el recipiente fue nivelado con la varilla metálica y se pesó, registrando este valor como el peso suelto.
- Para determinar el peso compactado, el recipiente fue llenado nuevamente con agregado, pero esta vez compactándolo en tres capas, golpeando cada capa 25 veces con la varilla metálica.
- Después de compactar y nivelar la superficie, se pesó el recipiente lleno.

3) Resultados de ensayos físicos al agregado grueso

De acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio, el agregado grueso (grava natural) de la cantera Los Andes presenta contenido de humedad de 0.80% y absorción de 0.40%, cumple con el huso granulométrico de la NTP 400.037 (INACAL, 2021) y tiene TMN de 1". Así mismo, el peso unitario suelto y compactado de la grava es 1407 y 1539 kg/m³, respectivamente, siendo el peso específico de masa, SSS y aparente equivalente a 2.588, 2.599 y 2.617 g/cm³.

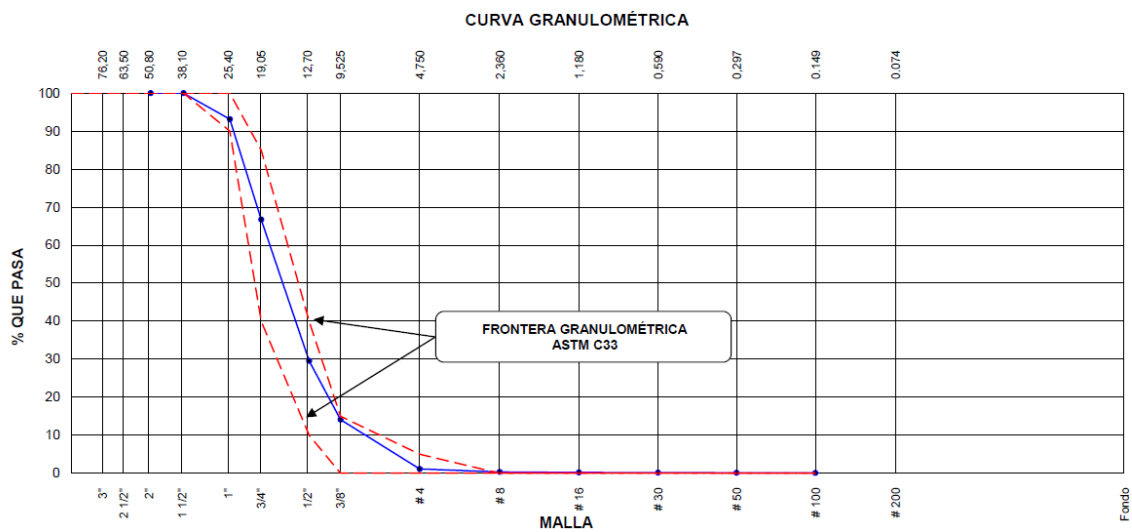
Tabla 8

Propiedades Físicas del Agregado Grueso de la Cantera Los Andes

Propiedades físicas	Resultado
Contenido de humedad	0.80%
TMN	1"
Peso específico de masa (g/cm ³)	2.588
Peso específico de masa SSS (g/cm ³)	2.599
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.617
Porcentaje de absorción (%)	0.40
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1407
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1539

Figura 17

Curva Granulométrica del Agregado Grueso de la Cantera Los Andes



3.6.1.4. Ensayos físicos al agregado fino

En el laboratorio GSE de la ciudad de Chota se realizaron los ensayos físicos al agregado fino de la cantera Conchán, a los residuos zarandeados de roca triturada de Los Andes de Colpatuapampa y a la combinación de estos dos materiales finos en proporciones de 75% - 25%, 50% - 50% y 25% - 75%, respectivamente. Estos ensayos se realizaron conforme a las normas técnicas peruanas (NTP) previo cuarteo de la muestra de agregado fino. Siendo así, se realizó el ensayo de granulometría NTP 400.012 (INACAL, 2021), contenido de humedad NTP 339.185 (INACAL, 2021), peso específico y absorción NTP 400.022 (INACAL, 2021), peso unitario suelto y compactado NTP 400.017 (INACAL, 2020) para verificar que, estos materiales cumplieran con los lineamientos de la NTP 400.037 (INACAL, 2021).

a) Equipos, materiales e instrumentos utilizados

- Estufa con capacidad para alcanzar hasta 110 °C.
- Serie de tamices estándar para agregados finos (según NTP 400.012).
- Máquina vibratoria para tamices.
- Balanza de precisión (0.01 g para pequeñas cantidades y hasta 1 g para muestras grandes).
- Recipiente volumétrico calibrado o picnómetro.
- Recipiente metálico o molde cilíndrico (para peso unitario).
- Muestra de agregado fino (arena).
- Agua potable (para ensayos de peso específico y absorción).
- Bolsas o contenedores limpios para almacenamiento de muestras.
- Cepillo de cerdas suaves (para limpieza de los tamices).

b) NTP 339.185 Contenido de humedad (INACAL, 2021)

- Se tomó una muestra representativa de agregado fino y se pesó en estado húmedo.
- La muestra fue colocada en una estufa a 110 ± 5 °C hasta alcanzar peso constante, proceso que tomó entre 24 y 48 horas dependiendo de la humedad inicial.
- Posteriormente, se dejó enfriar la muestra y se pesó nuevamente.
- La humedad se calculó como la diferencia de pesos en porcentaje.

c) NTP 400.012 Granulometría (INACAL, 2021)

- Se preparó una muestra de aproximadamente 500 gramos de agregado fino seco.
- La muestra fue colocada en una serie de tamices con aberturas estándar (de mayor a menor tamaño) y dispuesta en la máquina vibratoria.
- El equipo fue operado durante 10 minutos para asegurar una separación adecuada de las partículas.
- Se registró el peso del material retenido en cada tamiz y se calculó el porcentaje retenido acumulado.
- Los resultados fueron utilizados para construir una curva granulométrica y verificar si la muestra cumplía con los requisitos normativos de distribución de tamaños.

d) NTP 400.017 Peso unitario suelto y compactado (INACAL, 2020)

- Un recipiente de volumen conocido fue llenado con el agregado fino suelto, vertiéndolo cuidadosamente para evitar compactación.
- Se niveló la superficie del agregado con una regla o varilla metálica y se pesó el conjunto, registrándose como peso unitario suelto.

- Para determinar el peso unitario compactado, el recipiente fue llenado nuevamente, pero compactando el material en tres capas, golpeando cada capa 25 veces con una varilla metálica.
 - Después de compactar y nivelar, el recipiente lleno fue pesado.
- e) NTP 400.022 Peso específico y absorción (INACAL, 2021)**
- Preparación de la muestra: Se secó la muestra en horno a 110 °C, se saturó con agua hasta alcanzar un 6% de humedad y se dejó reposar 24 horas.
 - Condición SSS: La muestra se secó superficialmente sobre una superficie plana hasta alcanzar la condición de saturación superficialmente seca (SSS), donde las partículas apenas se desmoronan.
 - Verificación SSS: Se colocó la muestra en un molde, se compactó con 25 golpes desde 5 mm de altura y se verificó su desmoronamiento ligero para confirmar la condición SSS.
 - Ejecución del ensayo: La muestra se colocó en un picnómetro, se llenó con agua, se eliminaron burbujas, se ajustó la temperatura a 23 °C y se pesó el conjunto para finalizar el ensayo.

Figura 18

Condición Saturado Superficialmente Seco en Agregado Fino



Nota: (Ayala et al., 2019).

3.6.1.5. Diseño de mezclas del concreto

El diseño de mezcla $f'c$ 210 kg/cm² y $f'c$ 280 kg/cm² se realizó siguiendo las pautas del ACI 211.1 (2022) utilizando para ello una hoja de cálculo en Microsoft Excel 2024, donde se determinó la proporción de la mezcla utilizando cemento Portland tipo I Pacasmayo, agua potable, agregado fino (arena de la cantera Conchán) y agregado grueso de la cantera Los Andes de Colpatuapampa para el diseño base, mientras que, para los diseños de combinaciones se utilizaron las propiedades de agregado fino, definidas para la combinación de 25% de residuos zarandeados de roca tritura y 75% de arena, 50% de residuos zarandeados de roca tritura y 50% de arena, 75% de residuos zarandeados de roca tritura y 25% de arena y finalmente la mezcla con 100% de residuos zarandeados de roca tritura como agregado fino.

Tabla 9

Lista de Materiales Utilizados para Cada Diseño de Mezcla de Concreto

Materiales	Dbase	D25	D50	D75	D100
Cemento	Tipo I	Tipo I	Tipo I	Tipo I	Tipo I
Agua	Agua potable	Agua potable	Agua potable	Agua potable	Agua potable
Agregado grueso	Grava natural	Grava natural	Grava natural	Grava natural	Grava natural
	100% arena	75% arena	50% arena	25% arena	
Agregado fino		25% residuo zarandeado de roca	50% residuo zarandeado de roca	75% residuo zarandeado de roca	100% residuo zarandeado de roca

A. Diseño de mezclas $F'c$ 210 kg/cm²

a) Diseño base $f'c$ 210 kg/cm², 100% arena + 0% residuo zarandeado de roca triturada

Selección de resistencia media ($f'cr$)

$$F'cr = F'c + 84 \text{ kg/cm}^2 \quad (17)$$

$$294 \text{ kg/cm}^2 = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2 \quad (18)$$

Elección del Slump: 3" a 4"

TMN del agregado grueso: 1"

Contenido de aire: 1.5%

Contenido de agua: 218.80 lts/m³

Relación a/c: 0.62

Cálculo del consumo de cemento: 8.30 bls

$$\frac{\text{Cantidad de agua}}{\text{Factor C}} = A/C \quad (19)$$

$$\frac{218.80 \text{ lts}}{\text{Factor C}} = 0.62 \quad (20)$$

$$C = 8.30 \text{ bls} \quad (21)$$

Peso del agregado grueso

$$\text{Peso A. G.} = \frac{b}{b_o} \times \text{Peso PUC} \quad (22)$$

$$\text{Peso A. G.} = 0.57 \times 1539 \text{ kg/m}^3 \quad (23)$$

$$\text{Peso A. G.} = 879.92 \text{ kg/m}^3 \quad (24)$$

Entonces b/b_o es la relación entre el MF de la arena y el TMN de la grava.

Determinación del volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{C}{\text{Densidad}} = \frac{352.75 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0.112 \text{ m}^3 \quad (25)$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Peso específico}} = \frac{218.8 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.219 \text{ m}^3 \quad (26)$$

$$\text{Aire} = \text{contenido de aire atrapado} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (27)$$

$$AG = \frac{\text{Peso AG}}{\text{Peso específico}} = \frac{879.92 \text{ kg}}{2588 \text{ kg/m}^3} = 0.340 \text{ m}^3 \quad (28)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (\text{Cemento} + \text{agua} + \text{aire} + AG) \quad (29)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (0.112 + 0.219 + 0.015 + 0.340) \quad (30)$$

$$\text{Volumen AF} = 0.314 \text{ m}^3 \quad (31)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso AF} = \text{Volumen AF} \times \text{Peso específico AF} \quad (32)$$

$$\text{Peso AF} = 0.314\text{m}^3 \times 2597 \text{ kg/m}^3 \quad (33)$$

$$\text{Peso AF} = 815.60 \text{ kg} \quad (34)$$

Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 353 \text{ kg/m}^3 \quad (35)$$

$$\text{Agua} = 219 \text{ Lt/m}^3 \quad (36)$$

$$\text{AF} = 816 \text{ kg/m}^3 \quad (37)$$

$$\text{AG} = 880 \text{ kg/m}^3 \quad (38)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1) \quad (39)$$

$$\text{AF final} = 816 \text{ kg} \times (3.45\% + 1) = 844 \text{ kg} \quad (40)$$

$$\text{AG final} = 880 \text{ kg} \times (0.80\% + 1) = 887 \text{ kg} \quad (41)$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \sum(\text{humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregados final} \quad (42)$$

$$\text{Aporte de agua (AF)} = (3.45\% - 1.01\%) \times 844 \text{ kg} = 19.90 \text{ lts} \quad (43)$$

$$\text{Aporte de agua (AG)} = (0.80\% - 0.44\%) \times 887 \text{ kg} = 3.20 \text{ lts} \quad (44)$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - \text{aporte de agua} \quad (45)$$

$$\text{Agua efectiva} = 219 - (19.90 + 3.20) = 196 \text{ lts} \quad (46)$$

Pesos corregidos por humedad

$$\text{Cemento} = 353 \text{ kg/m}^3 = 8.30 \text{ bls} \quad (47)$$

$$\text{Agua} = 196 \text{ Lt/m}^3 = 0.196 \text{ m}^3 \quad (48)$$

$$\text{AF} = 844 \text{ kg/m}^3 = 0.325 \text{ m}^3 \quad (49)$$

$$\text{AG} = 887 \text{ kg/m}^3 = 0.343 \text{ m}^3 \quad (50)$$

Tabla 10

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm2, 100% Arena + 0%

Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Proporción	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
En peso	1.00	2.39	2.51	0.55
En volumen	1.00	2.42 p3	2.68 p3	23.6 lts
En baldes	1.00	3.81	4.22	23.6 lts
Por tanda	42.5 kg/bolsa	101.6 kg/bolsa	106.9 kg/bolsa	23.6 lt/bolsa

b) Diseño base f'c 210 kg/cm2, 75% arena + 25% residuo zarandeado de roca triturada

Selección de resistencia media (f'cr): 294 kg/cm2

Elección del Slump: 3" a 4"

TMN del agregado grueso: 1"

Contenido de aire: 1.5%

Contenido de agua: 218.70 lts/m3

Relación a/c: 0.62

Cálculo del consumo de cemento: 8.30 bls

Determinación del volumen absoluto

$$Cemento = \frac{C}{Densidad} = \frac{352.75 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0.112 \text{ m}^3 \quad (51)$$

$$Agua = \frac{Contenido \text{ de agua}}{Peso \text{ específico}} = \frac{218.8 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.219 \text{ m}^3 \quad (52)$$

$$Aire = \text{contenido de aire atrapado} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (53)$$

$$AG = \frac{Peso \text{ AG}}{Peso \text{ específico}} = \frac{879.92 \text{ kg}}{2588 \text{ kg/m}^3} = 0.340 \text{ m}^3 \quad (54)$$

$$Volumen \text{ AF} = 1 - (Cemento + agua + aire + AG) \quad (55)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (0.112 + 0.219 + 0.015 + 0.340) \quad (56)$$

$$\text{Volumen AF} = 0.314 \text{ m}^3 \quad (57)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso AF} = \text{Volumen AF} \times \text{Peso específico AF} \quad (58)$$

$$\text{Peso AF} = 0.314 \text{ m}^3 \times 2564 \text{ kg/m}^3 \quad (59)$$

$$\text{Peso AF} = 805.30 \text{ kg} \quad (60)$$

Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 353 \text{ kg/m}^3 \quad (61)$$

$$\text{Agua} = 219 \text{ Lt/m}^3 \quad (62)$$

$$\text{AF} = 805 \text{ kg/m}^3 \quad (63)$$

$$\text{AG} = 880 \text{ kg/m}^3 \quad (64)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1) \quad (65)$$

$$\text{AF final} = 805 \text{ kg} \times (3.22\% + 1) = 831 \text{ kg} \quad (66)$$

$$\text{AG final} = 880 \text{ kg} \times (0.80\% + 1) = 887 \text{ kg} \quad (67)$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \sum(\text{humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregados final} \quad (68)$$

$$\text{Aporte de agua (AF)} = (3.22\% - 0.50\%) \times 831 \text{ kg} = 21.90 \text{ lts} \quad (69)$$

$$\text{Aporte de agua (AG)} = (0.80\% - 0.44\%) \times 887 \text{ kg} = 3.20 \text{ lts} \quad (70)$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - \text{aporte de agua} \quad (71)$$

$$\text{Agua efectiva} = 219 - (21.90 + 3.20) = 194 \text{ lts} \quad (72)$$

Pesos corregidos por humedad

$$\text{Cemento} = 353 \text{ kg/m}^3 = 8.30 \text{ bls} \quad (73)$$

$$\text{Agua} = 194 \text{ Lt/m}^3 = 0.194 \text{ m}^3 \quad (74)$$

$$AF = 831 \text{ kg/m}^3 = 0.324 \text{ m}^3 \quad (75)$$

$$AG = 887 \text{ kg/m}^3 = 0.343 \text{ m}^3 \quad (76)$$

Tabla 11

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm2, 75% Arena + 25%

Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Proporción	Cemento	Agregado fino (75%-25%)	Agregado grueso	Agua
En peso	1.00	2.36	2.52	0.55
En volumen	1.00	2.40 p3	2.68 p3	23.3 lts
En baldes	1.00	3.78	4.22	23.3 lts
Por tanda	42.5 kg/bolsa	100.2 kg/bolsa	106.9 kg/bolsa	23.3 lt/bolsa

c) Diseño base f'c 210 kg/cm2, 50% arena + 50% residuo zarandeado de roca triturada

Selección de resistencia media (f'cr): 294 kg/cm2

Elección del Slump: 3" a 4"

TMN del agregado grueso: 1"

Contenido de aire: 1.5%

Contenido de agua: 218.80 lts/m3

Relación a/c: 0.62

Cálculo del consumo de cemento: 8.30 bls

Determinación del volumen absoluto

$$Cemento = \frac{C}{Densidad} = \frac{352.75 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0.112 \text{ m}^3 \quad (77)$$

$$Agua = \frac{Contenido \text{ de agua}}{Peso \text{ específico}} = \frac{218.8 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.219 \text{ m}^3 \quad (78)$$

$$Aire = \text{contenido de aire atrapado} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (79)$$

$$AG = \frac{\text{Peso } AG}{\text{Peso específico}} = \frac{879.92 \text{ kg}}{2588 \text{ kg/m}^3} = 0.340 \text{ m}^3 \quad (80)$$

$$\text{Volumen } AF = 1 - (\text{Cemento} + \text{agua} + \text{aire} + AG) \quad (81)$$

$$\text{Volumen } AF = 1 - (0.112 + 0.219 + 0.015 + 0.340) \quad (82)$$

$$\text{Volumen } AF = 0.314 \text{ m}^3 \quad (83)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso } AF = \text{Volumen } AF \times \text{Peso específico } AF \quad (84)$$

$$\text{Peso } AF = 0.314 \text{ m}^3 \times 2577 \text{ kg/m}^3 \quad (85)$$

$$\text{Peso } AF = 809.30 \text{ kg} \quad (86)$$

Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 353 \text{ kg/m}^3 \quad (87)$$

$$\text{Agua} = 219 \text{ Lt/m}^3 \quad (88)$$

$$AF = 809 \text{ kg/m}^3 \quad (89)$$

$$AG = 880 \text{ kg/m}^3 \quad (90)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1) \quad (91)$$

$$AF \text{ final} = 809 \text{ kg} \times (3.01\% + 1) = 834 \text{ kg} \quad (92)$$

$$AG \text{ final} = 880 \text{ kg} \times (0.80\% + 1) = 887 \text{ kg} \quad (93)$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \sum(\text{humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregados final} \quad (94)$$

$$\text{Aporte de agua (AF)} = (3.01\% - 0.50\%) \times 831 \text{ kg} = 20.30 \text{ lts} \quad (95)$$

$$\text{Aporte de agua (AG)} = (0.80\% - 0.44\%) \times 887 \text{ kg} = 3.20 \text{ lts} \quad (96)$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - \text{aporte de agua} \quad (97)$$

$$\text{Agua efectiva} = 219 - (20.30 + 3.20) = 195 \text{ lts} \quad (98)$$

Pesos corregidos por humedad

$$Cemento = 353 \text{ kg/m}^3 = 8.30 \text{ bls} \quad (99)$$

$$Agua = 195 \text{ Lt/m}^3 = 0.195 \text{ m}^3 \quad (100)$$

$$AF = 834 \text{ kg/m}^3 = 0.322 \text{ m}^3 \quad (101)$$

$$AG = 887 \text{ kg/m}^3 = 0.343 \text{ m}^3 \quad (102)$$

Tabla 12

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm2, 50% Arena + 50%

Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Proporción	Cemento	Agregado fino (50%-50%)	Agregado grueso	Agua
En peso	1.00	2.36	2.51	0.55
En volumen	1.00	2.41 p3	2.68 p3	23.5 lts
En baldes	1.00	3.78	4.22	23.5 lts
Por tanda	42.5 kg/bolsa	100.4 kg/bolsa	106.9 kg/bolsa	23.5 lt/bolsa

d) Diseño base f'c 210 kg/cm2, 25% arena + 75% residuo zarandeado de roca triturada

Selección de resistencia media (f'cr): 294 kg/cm2

Elección del Slump: 3" a 4"

TMN del agregado grueso: 1"

Contenido de aire: 1.5%

Contenido de agua: 218.60 lts/m3

Relación a/c: 0.62

Cálculo del consumo de cemento: 8.30 bls

Determinación del volumen absoluto

$$Cemento = \frac{C}{Densidad} = \frac{352.75 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0.112 \text{ m}^3 \quad (103)$$

$$Agua = \frac{Contenido \text{ de agua}}{Peso \text{ específico}} = \frac{218.8 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.219 \text{ m}^3 \quad (104)$$

$$\text{Aire} = \text{contenido de aire atrapado} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (105)$$

$$AG = \frac{\text{Peso AG}}{\text{Peso específico}} = \frac{879.92 \text{ kg}}{2588 \text{ kg/m}^3} = 0.340 \text{ m}^3 \quad (106)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (\text{Cemento} + \text{agua} + \text{aire} + AG) \quad (107)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (0.112 + 0.219 + 0.015 + 0.340) \quad (108)$$

$$\text{Volumen AF} = 0.314 \text{ m}^3 \quad (109)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso AF} = \text{Volumen AF} \times \text{Peso específico AF} \quad (110)$$

$$\text{Peso AF} = 0.314 \text{ m}^3 \times 2558 \text{ kg/m}^3 \quad (111)$$

$$\text{Peso AF} = 803.40 \text{ kg} \quad (112)$$

Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 353 \text{ kg/m}^3 \quad (113)$$

$$\text{Agua} = 219 \text{ Lt/m}^3 \quad (114)$$

$$AF = 803 \text{ kg/m}^3 \quad (115)$$

$$AG = 881 \text{ kg/m}^3 \quad (116)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1)$$

(117)

$$AF \text{ final} = 803 \text{ kg} \times (3.01\% + 1) = 828 \text{ kg} \quad (118)$$

$$AG \text{ final} = 881 \text{ kg} \times (0.80\% + 1) = 888 \text{ kg} \quad (119)$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \sum(\text{humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregados final}$$

(120)

$$\text{Aporte de agua (AF)} = (3.01\% - 1.11\%) \times 828 \text{ kg} = 15.20 \text{ lts} \quad (121)$$

$$\text{Aporte de agua (AG)} = (0.80\% - 0.44\%) \times 888 \text{ kg} = 3.20 \text{ lts} \quad (122)$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - \text{aporte de agua} \quad (123)$$

$$\text{Agua efectiva} = 219 - (15.20 + 3.20) = 200 \text{ lts} \quad (124)$$

Pesos corregidos por humedad

$$\text{Cemento} = 353 \text{ kg/m}^3 = 8.30 \text{ bls} \quad (125)$$

$$\text{Agua} = 200 \text{ Lt/m}^3 = 0.200 \text{ m}^3 \quad (126)$$

$$\text{AF} = 828 \text{ kg/m}^3 = 0.324 \text{ m}^3 \quad (127)$$

$$\text{AG} = 888 \text{ kg/m}^3 = 0.343 \text{ m}^3 \quad (128)$$

Tabla 13

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm2, 25% Arena + 75%

Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Proporción	Cemento	Agregado fino (25%-75%)	Agregado grueso	Agua
En peso	1.00	2.35	2.52	0.57
En volumen	1.00	2.39 p3	2.69 p3	24.1 lts
En baldes	1.00	3.76	4.23	24.1 lts
Por tanda	42.5 kg/bolsa	99.80 kg/bolsa	106.9 kg/bolsa	24.1 lt/bolsa

e) Diseño base f'c 210 kg/cm2, 0% arena + 100% residuo zarandeado de roca triturada

Selección de resistencia media (f'cr): 294 kg/cm2

Elección del Slump: 3" a 4"

TMN del agregado grueso: 1"

Contenido de aire: 1.5%

Contenido de agua: 218.60 lts/m3

Relación a/c: 0.62

Cálculo del consumo de cemento: 8.30 bls

Determinación del volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{C}{\text{Densidad}} = \frac{352.75 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0.112 \text{ m}^3 \quad (129)$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Peso específico}} = \frac{218.8 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.219 \text{ m}^3 \quad (130)$$

$$\text{Aire} = \text{contenido de aire atrapado} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (131)$$

$$\text{AG} = \frac{\text{Peso AG}}{\text{Peso específico}} = \frac{879.92 \text{ kg}}{2588 \text{ kg/m}^3} = 0.340 \text{ m}^3 \quad (132)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (\text{Cemento} + \text{agua} + \text{aire} + \text{AG}) \quad (133)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (0.112 + 0.219 + 0.015 + 0.340) \quad (134)$$

$$\text{Volumen AF} = 0.314 \text{ m}^3 \quad (135)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso AF} = \text{Volumen AF} \times \text{Peso específico AF} \quad (136)$$

$$\text{Peso AF} = 0.314 \text{ m}^3 \times 2571 \text{ kg/m}^3 \quad (137)$$

$$\text{Peso AF} = 807.20 \text{ kg} \quad (138)$$

Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 353 \text{ kg/m}^3 \quad (139)$$

$$\text{Agua} = 219 \text{ Lt/m}^3 \quad (140)$$

$$\text{AF} = 807 \text{ kg/m}^3 \quad (141)$$

$$\text{AG} = 880 \text{ kg/m}^3 \quad (142)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1)$$

(143)

$$\text{AF final} = 807 \text{ kg} \times (1.35\% + 1) = 818 \text{ kg} \quad (144)$$

$$\text{AG final} = 880 \text{ kg} \times (0.80\% + 1) = 887 \text{ kg} \quad (145)$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \sum(\text{humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregados final} \quad (146)$$

$$\text{Aporte de agua (AF)} = (1.35\% - 1.32\%) \times 818 \text{ kg} = 0.30 \text{ lts} \quad (147)$$

$$\text{Aporte de agua (AG)} = (0.80\% - 0.44\%) \times 888 \text{ kg} = 3.20 \text{ lts} \quad (148)$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - \text{aporte de agua} \quad (149)$$

$$\text{Agua efectiva} = 219 - (0.30 + 3.20) = 215 \text{ lts} \quad (150)$$

Pesos corregidos por humedad

$$\text{Cemento} = 353 \text{ kg/m}^3 = 8.30 \text{ bls} \quad (151)$$

$$\text{Agua} = 215 \text{ Lt/m}^3 = 0.215 \text{ m}^3 \quad (152)$$

$$\text{AF} = 818 \text{ kg/m}^3 = 0.318 \text{ m}^3 \quad (153)$$

$$\text{AG} = 887 \text{ kg/m}^3 = 0.343 \text{ m}^3 \quad (154)$$

Tabla 14

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm2, 0% Arena + 100%

Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Proporción	Cemento	Agregado fino (0%-100%)	Agregado grueso	Agua
En peso	1.00	2.32	2.51	0.61
En volumen	1.00	2.44 p3	2.68 p3	25.9 lts
En baldes	1.00	3.84	4.22	25.9 lts
Por tanda	42.5 kg/bolsa	99.50 kg/bolsa	106.9 kg/bolsa	25.9 lt/bolsa

B. Diseño de mezclas F'c 210 kg/cm2

a) Diseño base f'c 280 kg/cm2, 100% arena + 0% residuo zarandeado de roca triturada

Selección de resistencia media (f'cr)

$$F'cr = F'c + 84 \text{ kg/cm}^2 \quad (155)$$

$$364 \text{ kg/cm}^2 = 280 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2 \quad (156)$$

Elección del Slump: 3” a 4”

TMN del agregado grueso: 1”

Contenido de aire: 1.5%

Contenido de agua: 252 lts/m³

Relación a/c: 0.57

Cálculo del consumo de cemento: 10.40 bls

$$\frac{\text{Cantidad de agua}}{\text{Factor } C} = A/C \quad (157)$$

$$\frac{252 \text{ lts}}{\text{Factor } C} = 0.57 \quad (158)$$

$$C = 10.40 \text{ bls} \quad (159)$$

Peso del agregado grueso

$$\text{Peso A. G.} = \frac{b}{b_o} \times \text{Peso PUC} \quad (160)$$

$$\text{Peso A. G.} = 0.518 \times 1539 \text{ kg/m}^3 \quad (161)$$

$$\text{Peso A. G.} = 797.10 \text{ kg/m}^3 \quad (162)$$

Entonces b/b_o es la relación entre el MF de la arena y el TMN de la grava.

Determinación del volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{C}{\text{Densidad}} = \frac{442 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0.140 \text{ m}^3 \quad (163)$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Peso específico}} = \frac{252 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.252 \text{ m}^3 \quad (164)$$

$$\text{Aire} = \text{contenido de aire atrapado} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (165)$$

$$\text{AG} = \frac{\text{Peso AG}}{\text{Peso específico}} = \frac{797.10 \text{ kg}}{2588 \text{ kg/m}^3} = 0.308 \text{ m}^3 \quad (166)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (\text{Cemento} + \text{agua} + \text{aire} + \text{AG}) \quad (167)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (0.140 + 0.252 + 0.015 + 0.308) \quad (168)$$

$$\text{Volumen AF} = 0.284 \text{ m}^3 \quad (169)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso AF} = \text{Volumen AF} \times \text{Peso específico AF} \quad (170)$$

$$\text{Peso AF} = 0.284\text{m}^3 \times 2597 \text{ kg/m}^3 \quad (171)$$

$$\text{Peso AF} = 738.90 \text{ kg} \quad (172)$$

Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 442 \text{ kg/m}^3 \quad (173)$$

$$\text{Agua} = 252 \text{ Lt/m}^3 \quad (174)$$

$$\text{AF} = 739 \text{ kg/m}^3 \quad (175)$$

$$\text{AG} = 797 \text{ kg/m}^3 \quad (176)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1)$$

(177)

$$\text{AF final} = 739\text{kg} \times (3.45\% + 1) = 764 \text{ kg} \quad (178)$$

$$\text{AG final} = 797 \text{ kg} \times (0.80\% + 1) = 804 \text{ kg} \quad (179)$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \sum(\text{humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregados final} \quad (180)$$

$$\text{Aporte de agua (AF)} = (3.45\% - 1.01\%) \times 764 \text{ kg} = 18 \text{ lts} \quad (181)$$

$$\text{Aporte de agua (AG)} = (0.80\% - 0.44\%) \times 804 \text{ kg} = 2.90 \text{ lts} \quad (182)$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - \text{aporte de agua} \quad (183)$$

$$\text{Agua efectiva} = 252 - (18 + 2.9) = 231 \text{ lts} \quad (184)$$

Pesos corregidos por humedad

$$\text{Cemento} = 442 \text{ kg/m}^3 = 10.40 \text{ bls} \quad (185)$$

$$\text{Agua} = 231 \text{ Lt/m}^3 = 0.231 \text{ m}^3 \quad (186)$$

$$\text{AF} = 764 \text{ kg/m}^3 = 0.294 \text{ m}^3 \quad (187)$$

$$\text{AG} = 804 \text{ kg/m}^3 = 0.311 \text{ m}^3 \quad (188)$$

Tabla 15

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm2, 100% Arena + 0%

Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Proporción	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
En peso	1.00	1.73	1.82	0.52
En volumen	1.00	1.75 p3	1.94 p3	22.2 lts
En baldes	1.00	2.76	3.05	22.2 lts
Por tanda	42.5 kg/bolsa	73.50 kg/bolsa	77.30 kg/bolsa	22.2 lt/bolsa

b) Diseño base f'c 280 kg/cm2, 75% arena + 25% residuo zarandeado de roca triturada

Selección de resistencia media (f'cr): 364 kg/cm2

Elección del Slump: 3" a 4"

TMN del agregado grueso: 1"

Contenido de aire: 1.5%

Contenido de agua: 252 lts/m3

Relación a/c: 0.57

Cálculo del consumo de cemento: 10.40 bls

Determinación del volumen absoluto

$$Cemento = \frac{C}{Densidad} = \frac{442 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0.140 \text{ m}^3 \quad (189)$$

$$Agua = \frac{Contenido \text{ de agua}}{Peso \text{ específico}} = \frac{252 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.252 \text{ m}^3 \quad (190)$$

$$Aire = \text{contenido de aire atrapado} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (191)$$

$$AG = \frac{Peso \text{ AG}}{Peso \text{ específico}} = \frac{797.10 \text{ kg}}{2588 \text{ kg/m}^3} = 0.308 \text{ m}^3 \quad (192)$$

$$Volumen \text{ AF} = 1 - (Cemento + agua + aire + AG) \quad (193)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (0.140 + 0.252 + 0.015 + 0.308) \quad (194)$$

$$\text{Volumen AF} = 0.284 \text{ m}^3 \quad (195)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso AF} = \text{Volumen AF} \times \text{Peso específico AF} \quad (196)$$

$$\text{Peso AF} = 0.284 \text{ m}^3 \times 2588 \text{ kg/m}^3 \quad (197)$$

$$\text{Peso AF} = 729.40 \text{ kg} \quad (198)$$

Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 442 \text{ kg/m}^3 \quad (199)$$

$$\text{Agua} = 252 \text{ Lt/m}^3 \quad (200)$$

$$\text{AF} = 729 \text{ kg/m}^3 \quad (201)$$

$$\text{AG} = 797 \text{ kg/m}^3 \quad (202)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1) \quad (203)$$

$$\text{AF final} = 729 \text{ kg} \times (3.22\% + 1) = 753 \text{ kg} \quad (204)$$

$$\text{AG final} = 797 \text{ kg} \times (0.80\% + 1) = 804 \text{ kg} \quad (205)$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \sum(\text{humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregados final} \quad (206)$$

$$\text{Aporte de agua (AF)} = (3.22\% - 0.50\%) \times 753 \text{ kg} = 19.80 \text{ lts} \quad (207)$$

$$\text{Aporte de agua (AG)} = (0.80\% - 0.44\%) \times 804 \text{ kg} = 2.90 \text{ lts} \quad (208)$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - \text{aporte de agua} \quad (209)$$

$$\text{Agua efectiva} = 252 - (19.8 + 2.9) = 229 \text{ lts} \quad (210)$$

Pesos corregidos por humedad

$$\text{Cemento} = 442 \text{ kg/m}^3 = 10.40 \text{ bls}$$

(211)

$$Agua = 229 \text{ Lt/m}^3 = 0.229 \text{ m}^3 \quad (212)$$

$$AF = 753 \text{ kg/m}^3 = 0.295 \text{ m}^3 \quad (213)$$

$$AG = 804 \text{ kg/m}^3 = 0.311 \text{ m}^3 \quad (214)$$

Tabla 16

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm2, 75% Arena + 25%

Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Proporción	Cemento	Agregado fino (75%-25%)	Agregado grueso	Agua
En peso	1.00	1.70	1.82	0.52
En volumen	1.00	1.94 p3	1.94 p3	22.2 lts
En baldes	1.00	2.73	3.05	22.2 lts
Por tanda	42.5 kg/bolsa	72.40 kg/bolsa	77.30 kg/bolsa	22.2 lt/bolsa

c) Diseño base f'c 280 kg/cm2, 50% arena + 50% residuo zarandeado de roca triturada

Selección de resistencia media (f'cr): 364 kg/cm2

Elección del Slump: 3" a 4"

TMN del agregado grueso: 1"

Contenido de aire: 1.5%

Contenido de agua: 252 lts/m3

Relación a/c: 0.57

Cálculo del consumo de cemento: 10.40 bls

Determinación del volumen absoluto

$$Cemento = \frac{C}{Densidad} = \frac{442 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0.140 \text{ m}^3 \quad (215)$$

$$Agua = \frac{Contenido \text{ de agua}}{Peso \text{ específico}} = \frac{252 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.252 \text{ m}^3 \quad (216)$$

$$Aire = \text{contenido de aire atrapado} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (217)$$

$$AG = \frac{\text{Peso } AG}{\text{Peso específico}} = \frac{797.10 \text{ kg}}{2588 \text{ kg/m}^3} = 0.308 \text{ m}^3 \quad (218)$$

$$\text{Volumen } AF = 1 - (\text{Cemento} + \text{agua} + \text{aire} + AG) \quad (219)$$

$$\text{Volumen } AF = 1 - (0.140 + 0.252 + 0.015 + 0.308) \quad (220)$$

$$\text{Volumen } AF = 0.284 \text{ m}^3 \quad (221)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso } AF = \text{Volumen } AF \times \text{Peso específico } AF \quad (222)$$

$$\text{Peso } AF = 0.284 \text{ m}^3 \times 2577 \text{ kg/m}^3 \quad (223)$$

$$\text{Peso } AF = 733.20 \text{ kg} \quad (224)$$

Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 442 \text{ kg/m}^3 \quad (225)$$

$$\text{Agua} = 252 \text{ Lt/m}^3 \quad (226)$$

$$AF = 733 \text{ kg/m}^3 \quad (227)$$

$$AG = 797 \text{ kg/m}^3 \quad (228)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1) \quad (229)$$

$$AF \text{ final} = 733 \text{ kg} \times (3.01\% + 1) = 755 \text{ kg} \quad (230)$$

$$AG \text{ final} = 797 \text{ kg} \times (0.80\% + 1) = 804 \text{ kg} \quad (231)$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \sum(\text{humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregados final} \quad (232)$$

$$\text{Aporte de agua (AF)} = (3.01\% - 0.50\%) \times 755 \text{ kg} = 18.40 \text{ lts} \quad (233)$$

$$\text{Aporte de agua (AG)} = (0.80\% - 0.44\%) \times 804 \text{ kg} = 2.90 \text{ lts} \quad (234)$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - \text{aporte de agua} \quad (235)$$

$$\text{Agua efectiva} = 252 - (18.4 + 2.9) = 231 \text{ lts} \quad (236)$$

Pesos corregidos por humedad

$$Cemento = 442 \text{ kg/m}^3 = 10.40 \text{ bls} \quad (237)$$

$$Agua = 231 \text{ Lt/m}^3 = 0.231 \text{ m}^3 \quad (238)$$

$$AF = 755 \text{ kg/m}^3 = 0.293 \text{ m}^3 \quad (239)$$

$$AG = 804 \text{ kg/m}^3 = 0.311 \text{ m}^3 \quad (240)$$

Tabla 17

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm2, 50% Arena + 50%

Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Proporción	Cemento	Agregado fino (50%-50%)	Agregado grueso	Agua
En peso	1.00	1.71	1.82	0.52
En volumen	1.00	1.94 p3	1.94 p3	22.2 lts
En baldes	1.00	2.74	3.05	22.2 lts
Por tanda	42.5 kg/bolsa	72.60 kg/bolsa	77.30 kg/bolsa	22.2 lt/bolsa

d) Diseño base f'c 280 kg/cm2, 25% arena + 75% residuo zarandeado de roca triturada

Selección de resistencia media (f'cr): 364 kg/cm2

Elección del Slump: 3" a 4"

TMN del agregado grueso: 1"

Contenido de aire: 1.5%

Contenido de agua: 252 lts/m3

Relación a/c: 0.57

Cálculo del consumo de cemento: 10.40 bls

Determinación del volumen absoluto

$$Cemento = \frac{C}{Densidad} = \frac{442 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0.140 \text{ m}^3 \quad (241)$$

$$Agua = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Peso específico}} = \frac{252 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.252 \text{ m}^3 \quad (242)$$

$$\text{Aire} = \text{contenido de aire atrapado} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (243)$$

$$AG = \frac{\text{Peso AG}}{\text{Peso específico}} = \frac{797.10 \text{ kg}}{2588 \text{ kg/m}^3} = 0.308 \text{ m}^3 \quad (244)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (\text{Cemento} + \text{agua} + \text{aire} + AG) \quad (245)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (0.140 + 0.252 + 0.015 + 0.308) \quad (246)$$

$$\text{Volumen AF} = 0.284 \text{ m}^3 \quad (247)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso AF} = \text{Volumen AF} \times \text{Peso específico AF} \quad (248)$$

$$\text{Peso AF} = 0.284 \text{ m}^3 \times 2558 \text{ kg/m}^3 \quad (249)$$

$$\text{Peso AF} = 727.50 \text{ kg} \quad (250)$$

Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 442 \text{ kg/m}^3 \quad (251)$$

$$\text{Agua} = 252 \text{ Lt/m}^3 \quad (252)$$

$$AF = 728 \text{ kg/m}^3 \quad (253)$$

$$AG = 797 \text{ kg/m}^3 \quad (254)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1) \quad (255)$$

$$AF \text{ final} = 728 \text{ kg} \times (3.01\% + 1) = 749 \text{ kg} \quad (256)$$

$$AG \text{ final} = 797 \text{ kg} \times (0.80\% + 1) = 804 \text{ kg} \quad (257)$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \sum(\text{humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregados final} \quad (258)$$

$$\text{Aporte de agua (AF)} = (3.01\% - 1.11\%) \times 749 \text{ kg} = 13.80 \text{ lts} \quad (259)$$

$$\text{Aporte de agua (AG)} = (0.80\% - 0.44\%) \times 804 \text{ kg} = 2.90 \text{ lts} \quad (260)$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - \text{aporte de agua} \quad (261)$$

$$\text{Agua efectiva} = 252 - (13.80 + 2.9) = 235 \text{ lts} \quad (262)$$

Pesos corregidos por humedad

$$\text{Cemento} = 442 \text{ kg/m}^3 = 10.40 \text{ bls} \quad (263)$$

$$\text{Agua} = 235 \text{ Lt/m}^3 = 0.235 \text{ m}^3 \quad (264)$$

$$\text{AF} = 749 \text{ kg/m}^3 = 0.293 \text{ m}^3 \quad (265)$$

$$\text{AG} = 804 \text{ kg/m}^3 = 0.311 \text{ m}^3 \quad (266)$$

Tabla 18

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm2, 25% Arena + 75%

Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Proporción	Cemento	Agregado fino (25%-75%)	Agregado grueso	Agua
En peso	1.00	1.70	1.82	0.53
En volumen	1.00	1.72 p3	1.94 p3	22.2 lts
En baldes	1.00	2.71	3.05	22.2 lts
Por tanda	42.5 kg/bolsa	72.0 kg/bolsa	77.30 kg/bolsa	22.2 lt/bolsa

e) Diseño base f'c 280 kg/cm2, 0% arena + 100% residuo zarandeado de roca triturada

Selección de resistencia media (f'cr): 364 kg/cm2

Elección del Slump: 3" a 4"

TMN del agregado grueso: 1"

Contenido de aire: 1.5%

Contenido de agua: 252 lts/m3

Relación a/c: 0.57

Cálculo del consumo de cemento: 10.40 bls

Determinación del volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{C}{\text{Densidad}} = \frac{442 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3} = 0.140 \text{ m}^3 \quad (267)$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Peso específico}} = \frac{252 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.252 \text{ m}^3 \quad (268)$$

$$\text{Aire} = \text{contenido de aire atrapado} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (269)$$

$$AG = \frac{\text{Peso AG}}{\text{Peso específico}} = \frac{797.10 \text{ kg}}{2588 \text{ kg/m}^3} = 0.308 \text{ m}^3 \quad (270)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (\text{Cemento} + \text{agua} + \text{aire} + AG) \quad (271)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (0.140 + 0.252 + 0.015 + 0.308) \quad (272)$$

$$\text{Volumen AF} = 0.284 \text{ m}^3 \quad (273)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso AF} = \text{Volumen AF} \times \text{Peso específico AF} \quad (274)$$

$$\text{Peso AF} = 0.284 \text{ m}^3 \times 2571 \text{ kg/m}^3 \quad (275)$$

$$\text{Peso AF} = 731.30 \text{ kg} \quad (276)$$

Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 442 \text{ kg/m}^3 \quad (277)$$

$$\text{Agua} = 252 \text{ Lt/m}^3 \quad (278)$$

$$AF = 731 \text{ kg/m}^3 \quad (279)$$

$$AG = 797 \text{ kg/m}^3 \quad (280)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1)$$

(281)

$$AF \text{ final} = 731 \text{ kg} \times (1.35\% + 1) = 741 \text{ kg} \quad (282)$$

$$AG \text{ final} = 797 \text{ kg} \times (0.80\% + 1) = 804 \text{ kg} \quad (283)$$

Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \sum(\text{humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregados final} \quad (284)$$

$$\text{Aporte de agua (AF)} = (1.35\% - 1.32\%) \times 741 \text{ kg} = 0.20 \text{ lts} \quad (285)$$

$$\text{Aporte de agua (AG)} = (0.80\% - 0.44\%) \times 804 \text{ kg} = 2.90 \text{ lts} \quad (286)$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - \text{aporte de agua} \quad (287)$$

$$\text{Agua efectiva} = 252 - (0.20 + 2.9) = 249 \text{ lts} \quad (288)$$

Pesos corregidos por humedad

$$\text{Cemento} = 442 \text{ kg/m}^3 = 10.40 \text{ bls} \quad (289)$$

$$\text{Agua} = 249 \text{ Lt/m}^3 = 0.249 \text{ m}^3 \quad (290)$$

$$\text{AF} = 741 \text{ kg/m}^3 = 0.288 \text{ m}^3 \quad (291)$$

$$\text{AG} = 804 \text{ kg/m}^3 = 0.311 \text{ m}^3 \quad (292)$$

Tabla 19

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm², 0% Arena + 100%

Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Proporción	Cemento	Agregado fino (0%-100%)	Agregado grueso	Agua
En peso	1.00	1.68	1.82	0.56
En volumen	1.00	1.77 p3	1.94 p3	23.9 lts
En baldes	1.00	2.78	3.05	23.9 lts
Por tanda	42.5 kg/bolsa	71.20 kg/bolsa	77.30 kg/bolsa	23.90 lt/bolsa

C. Resumen del diseño de mezclas

En el diseño de mezcla para f'c = 210 y 280 kg/cm², la cantidad de cemento y agregado grueso se mantuvo constante, lo que indica que la incorporación del residuo zarandeado como sustituto del agregado fino no alteró la proporción necesaria de estos materiales para alcanzar esta resistencia. Por su parte, la cantidad de agregado fino disminuyó progresivamente a medida que se incrementó el porcentaje de residuo zarandeado. Inicialmente, en el 0% de

sustitución, se utilizaban 101.60 y 73.50 kg/bolsa, mientras que al alcanzar el 100% de sustitución, esta cantidad se redujo a 99.50 y 71.20 kg/bolsa, para el f'c 210 y 280 kg/cm², respectivamente. Este ajuste refleja directamente la incorporación del residuo como sustituto parcial del agregado fino convencional. En cuanto al agua, se registró un aumento ligero conforme se incrementó el residuo zarandeado, pasando de 23.60 y 22.20 lt/bolsa en el 0% a 25.90 y 23.90 lt/bolsa en el 100%, para el f'c 210 y 280 kg/cm², respectivamente. Este aumento puede atribuirse a una mayor absorción del residuo zarandeado.

Tabla 20

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 210 kg/cm², en Tanda

Residuo zarandeado de roca triturada	Cemento (kg/bolsa)	Agregado fino (kg/bolsa)	Agregado grueso (kg/bolsa)	Agua (lt/bolsa)
0%	42.50	101.60	106.90	23.60
25%	42.50	100.20	106.90	23.30
50%	42.50	100.40	106.90	23.50
75%	42.50	99.80	106.90	24.10
100%	42.50	99.50	106.90	25.90

Tabla 21

Resultados del Diseño de Mezclas Base F'c 280 kg/cm², en Tanda

Residuo zarandeado de roca triturada	Cemento (kg/bolsa)	Agregado fino (kg/bolsa)	Agregado grueso (kg/bolsa)	Agua (lt/bolsa)
0%	42.50	73.50	77.30	22.20
25%	42.50	72.40	77.30	22.20
50%	42.50	72.60	77.30	22.20
75%	42.50	72.00	77.30	22.20
100%	42.50	71.20	77.30	23.90

3.6.1.6.Elaboración y curado de probetas de concreto

En el laboratorio GSE de la ciudad de Chota, se elaboraron las probetas cilíndricas de concreto f_c 210 kg/cm² y f_c 280 kg/cm², de acuerdo a las proporciones de cemento, agregado grueso, agregado fino y agua, determinados para los diseños de mezcla con residuos zarandeados de roca triturada como sustituto parcial de la arena al 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. Se siguió el procedimiento de la norma NTP 339.183 (INACAL, 2021) y se curaron las probetas en agua potable por 7, 14 y 28 días a temperatura controlada de (23 °C ± 2°C).

a) Equipos, materiales e instrumentos utilizados

- Mezcladora de concreto de eje horizontal.
- Máquina vibradora para compactación de concreto.
- Moldes cilíndricos metálicos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.
- Máquina de compresión hidráulica.
- Estufa de secado.
- Tanque de almacenamiento de agua para curado.
- Cemento Portland Tipo I.
- Agua potable.
- Agregado grueso (grava) de la cantera Los Andes.
- Agregado fino (arena) de la cantera Conchán.
- Residuos zarandeados de roca triturada de la cantera Los Andes.
- Aceite desmoldante.
- Palas y baldes para manipulación de materiales.
- Varilla de compactación metálica.
- Termómetro para monitorear la temperatura del agua de curado.

- Cronómetro.
- Lonas para cubrir las muestras durante el fraguado inicial.

b) Preparación de los materiales

- Se seleccionaron y pesaron los materiales necesarios para cada diseño de mezcla ($f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$) siguiendo las proporciones establecidas, que incluyeron residuo zarandeado como sustituto parcial del agregado fino en niveles de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.
- Los agregados fueron previamente tamizados y secos para garantizar su homogeneidad, y el residuo zarandeado fue caracterizado según su granulometría.

Figura 19

Llegada de los Materiales la Laboratorio GSE



c) Mezclado del concreto

- En una mezcladora de concreto limpia, se vertieron primero los agregados gruesos, seguidos del agregado fino (o el residuo zarandeado, según la proporción) y el cemento.

- Se mezclaron los materiales secos durante 30 segundos para garantizar una distribución uniforme.
- Posteriormente, se añadió agua de manera controlada para alcanzar la trabajabilidad adecuada de acuerdo a la NTP 339.035 (INACAL, 2020) y se continuó el mezclado por 3 minutos.

Figura 20

Mezclado de Concreto para la Producción de las Probetas de Concreto



d) Moldeo de las probetas

- Los moldes metálicos fueron limpiados y recubiertos con aceite desmoldante para facilitar la extracción posterior de las probetas.
- El concreto fresco fue vertido en los moldes en tres capas iguales. Cada capa fue compactada mediante 25 golpes de una varilla metálica para eliminar burbujas de aire.
- Los moldes fueron colocados en una máquina vibradora para compactar adicionalmente el concreto, asegurando su densidad y homogeneidad.

e) Fraguado inicial

- Las probetas moldeadas fueron cubiertas con una lona húmeda para evitar la pérdida de humedad durante el fraguado inicial.
- Después de 24 horas, las probetas fueron desmoldadas cuidadosamente para evitar daños.

f) Curado de las probetas

- Las probetas desmoldadas fueron sumergidas en un tanque de agua potable a temperatura controlada ($23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) en el laboratorio GSE de Chota.
- El curado se realizó por períodos de 7, 14 y 28 días, según lo establecido en la norma NTP 339.183, para permitir el desarrollo adecuado de la resistencia del concreto.

Figura 21

Curado de las Probetas de Concreto



3.6.1.7. Ensayo de resistencia a compresión del concreto

Tras completar las edades de curado de 7, 14 y 28 días, las probetas cilíndricas de concreto de acuerdo a la NTP 339.034 (INACAL, 2021) fueron retiradas del tanque, secadas superficialmente y colocadas de manera centrada en la máquina de compresión hidráulica. Se aplicó una carga continua hasta su rotura, registrándose la carga máxima soportada para calcular la resistencia a compresión en kg/cm² mediante la relación fuerza/área.

a) Equipos, materiales e instrumentos utilizados

- Máquina de compresión hidráulica calibrada y con registro digital.
- Tanque de agua para curado con temperatura controlada (23 ± 2 °C).
- Probetas cilíndricas de concreto (15 cm de diámetro x 30 cm de altura) elaboradas con residuos zarandeados de roca triturada en proporciones del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.
- Agua potable para el curado.
- Paños o toallas absorbentes para secado superficial.
- Cinta métrica o calibrador para medir dimensiones.
- Formatos de ensayo.
- Termómetro para verificar la temperatura del tanque de curado.

b) Selección y preparación de las probetas cilíndricas

- Se seleccionaron probetas cilíndricas representativas de las mezclas con diferentes proporciones de residuo zarandeado de roca triturada como sustituto parcial de arena (0%, 25%, 50%, 75% y 100%).
- Las probetas cilíndricas fueron retiradas del tanque de curado del laboratorio GSE de Chota, asegurándose de que correspondieran a las edades de ensayo (7, 14 y 28 días).

- Las probetas cilíndricas se secaron superficialmente con paños absorbentes para eliminar el exceso de agua sin afectar su contenido interno.

c) Verificación de las dimensiones

- Las dimensiones de cada probeta cilíndrica (diámetro y altura) fueron medidas con una cinta métrica o calibrador, garantizando que cumplirán con la relación altura/diámetro cercana a 2.
- Se registraron las dimensiones para calcular el área transversal utilizada en la fórmula de resistencia a compresión.

d) Preparación de la máquina de compresión

- La máquina de compresión hidráulica fue inspeccionada y calibrada antes de los ensayos.
- Las placas de carga de la máquina se limpiaron para eliminar cualquier partícula que pudiera interferir con la uniformidad de la carga.

e) Posicionamiento de las probetas cilíndricas

- Cada probeta cilíndrica fue colocada de manera centrada en la base de la máquina de compresión, asegurando un contacto uniforme entre la superficie de la probeta y las placas de carga.
- Se ajustó la posición de la placa superior para garantizar un contacto directo y simétrico.

f) Aplicación de la carga

- Se aplicó una carga de compresión continua y uniforme hasta el fallo de la probeta cilíndrica, siguiendo las especificaciones de velocidad de carga de la norma NTP 339.034 (INACAL, 2021).
- Se monitoreó el aumento progresivo de la carga hasta que la probeta alcanzó su límite de resistencia y se registró el valor máximo de carga soportada.

Figura 22

Ensayo de Resistencia a Compresión del Concreto



3.6.2. Procesamiento de datos

El procesamiento de los datos se realizó utilizando Microsoft Excel 2024. Se organizaron los datos en tablas estructuradas, diferenciando las propiedades físicas de los agregados (arena y residuo zarandeado) como granulometría, módulo de finura, absorción y peso específico. Para el concreto, se generaron tablas que incluyeron las resistencias a compresión para cada diseño de mezcla ($f'c$ 210 kg/cm² y $f'c$ 280 kg/cm²) en las proporciones de reemplazo del agregado fino (0%, 25 %, 50%, 75% y 100%) y las edades de curado (7, 14 y 28 días). Los datos fueron procesados mediante estadística descriptiva, calculando promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación. Además, se elaboraron gráficos de barras y líneas para visualizar las tendencias de resistencia a compresión en función de la proporción de reemplazo y el tiempo de curado.

3.6.3. *Análisis de datos*

El análisis de datos comenzó con la comparación de los valores de resistencia a compresión obtenidos en los ensayos con los valores de diseño establecidos para las mezclas ($f'c$ 210 kg/cm² y 280 kg/cm²). Este análisis permitió identificar cómo las distintas proporciones de reemplazo del agregado fino por residuo zarandeado (0%, 25%, 50%, 75% y 100%) afectarán la resistencia a compresión del concreto a edades de curado de 7, 14 y 28 días.

Posteriormente, los datos fueron analizados estadísticamente utilizando el programa Minitab 22. Primero, se verificó la normalidad de los datos mediante pruebas específicas, como la de Anderson-Darling, lo que confirmó que los valores se distribuían normalmente, condición necesaria para aplicar pruebas paramétricas. Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para identificar si existían diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a compresión entre las distintas proporciones de reemplazo y edades de curado. Además, se aplicó la prueba t-student para comparar grupos específicos y determinar si las diferencias observadas eran consistentes con la hipótesis planteada en la investigación. Estos procedimientos permitieron evaluar si el uso de residuos zarandeados como sustituto parcial del agregado fino tenía un efecto significativo en la resistencia del concreto, proporcionando una base sólida para aceptar o rechazar la hipótesis de estudio con un nivel de confianza del 95%

3.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos y criterios de rigor científico que se aplicaron en la investigación se adaptaron a partir de los criterios éticos y humanos dados por Nelson (2008) para garantizar la validez, confiabilidad, transparencia y sostenibilidad en el desarrollo del estudio. Siendo estos:

- **Honestidad e integridad en los resultados.** Los datos obtenidos durante los ensayos fueron registrados de manera fiel, evitando cualquier tipo de manipulación o sesgo que pudiera alterar las conclusiones del estudio.
- **Responsabilidad.** El estudio se llevó a cabo asumiendo el compromiso de contribuir al conocimiento científico y al desarrollo tecnológico.
- **Respeto al medio ambiente y a las leyes.** Se promovió la reutilización de residuos zarandeados de roca triturada como un enfoque de economía circular, ayudando a reducir el impacto ambiental. Asimismo, se cumplieron todas las normativas legales peruanas aplicables, incluidas las normas técnicas de ensayo.
- **Control experimental.** La investigación incluyó diseños bien definidos con proporciones específicas de sustitución de agregado fino por residuo zarandeado (0%, 25%, 50%, 75% y 100%), y los ensayos se realizaron bajo condiciones controladas de laboratorio. Esto aseguró que los cambios observados en la resistencia a compresión fueran atribuibles únicamente al factor de sustitución.
- **Reproducibilidad.** Se emplearon procedimientos estandarizados y equipos calibrados para que los ensayos puedan ser replicados por otros investigadores en diferentes contextos.
- **Reconocimiento de las fuentes.** Se respetaron los derechos de propiedad intelectual, citando adecuadamente todas las referencias bibliográficas utilizadas en el desarrollo teórico, normativo y experimental del estudio.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. *Propiedades físicas del agregado fino (arena y residuo zarandeado de roca triturada)*

En el análisis granulométrico, las curvas indican que a medida que aumenta el porcentaje de residuo zarandeado en el agregado fino, la gradación se aleja de los límites normativos, especialmente en las fracciones más finas. Por ejemplo, con 100% de residuo zarandeado, los valores para los tamices #8 (60.44%), #16 (29.57%) y #30 (13.28%) están por debajo de los límites inferiores establecidos por la norma. Esto indica que el material se vuelve más grueso a medida que aumenta el residuo zarandeado, pero aún podría usarse en concreto si permite alcanzar una resistencia adecuada, lo que debe verificarse con ensayos de compresión. No obstante, la arena natural sin residuos zarandeados de roca triturada tampoco cumple con el huso granulométrico dado en la NTP 400.037 (INACAL, 2021), debido a que, los porcentajes de material que pasa en los tamices #16 (93.14%), #30 (66.79%) y #50 (32.22%) está por arriba del límite superior establecido por la norma, sin embargo, tal como, se ha mencionado anteriormente la norma específica que, aun cuando no se cumpla con el huso granulométrico el material granular puede ser utilizado en la producción de concreto siempre y cuando se verifique su capacidad mecánica del concreto.

En el caso del módulo de finura, se observa un aumento progresivo con la adición del residuo zarandeado, pasando de 2.04 (sin reemplazo) a 3.92 (100% de residuo), superando el rango normativo de 2.30 a 3.10. Esto sugiere que el material se vuelve más grueso con mayores porcentajes de residuo zarandeado.

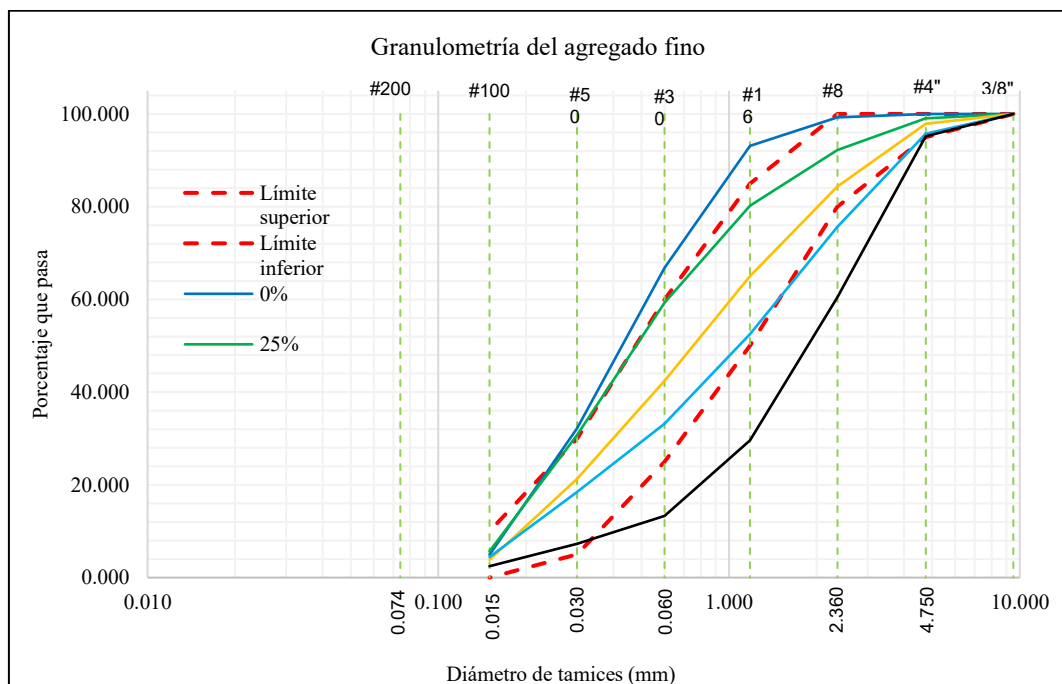
Tabla 22

Porcentaje de Material que Pasa cada Tamiz en el Análisis Granulométrico de Acuerdo al Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que Conforman el Agregado Fino

	Tamiz		Porcentaje que pasa de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada					NTP 400.037 (INACAL, 2021)		
	N°	Abertura (mm)	0%	25%	50%	75%	100%	Límite inferior	Límite superior	
Arena	Gruesa	3/8"	9.500	100	100	100	100.00	100	100.000	100.000
		# 4	4.750	100	99.09	97.87	95.73	95.17	95.000	100.000
		# 8	2.360	99.29	92.21	84.37	75.67	60.44	80.000	100.000
	Media	# 16	1.180	93.14	80.18	65.05	52.55	29.57	50.000	85.000
		# 30	0.600	66.79	59.29	42.45	33.16	13.28	25.000	60.000
	Fina	# 50	0.300	32.22	30.75	21.34	18.48	7.28	5.000	30.000
		# 100	0.150	4.92	5.67	3.84	4.44	2.45	0.000	10.000
	MF		2.04	2.33	2.85	3.2	3.92	2.30	3.10	

Figura 23

Curva Granulométrica de Acuerdo al Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que Conforman el Agregado Fino



Respecto a las demás propiedades físicas, se observan variaciones en función del porcentaje de sustitución. El contenido de humedad disminuyó significativamente, desde 3.45% (0% residuo) hasta 1.35% (100% residuo), lo que se debe a la menor retención de agua del residuo zarandeado. El peso específico se mantuvo estable en valores similares, lo que indica que el cambio en la proporción de residuo no afecta significativamente esta propiedad, cuando se trata del peso específico aparente, y cuando se trata del peso específico de masa o peso específico saturado superficialmente seco (SSS) parece no seguir una tendencia progresiva, sino que, varía indistintamente. La absorción, sin embargo, aumentó con mayores proporciones de residuo, alcanzando un máximo de 1.3% en el 100% de sustitución. El peso unitario suelto disminuyó de 1480 kg/m³ (0% residuo) a 1425 kg/m³ (100% residuo), mientras que el peso unitario compactado aumentó, pasando de 1572 kg/m³ a 1682 kg/m³, lo que sugiere una mayor compactabilidad del residuo zarandeado.

Tabla 23

Propiedades Físicas del Agregado Fino de Acuerdo al Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conforman

Propiedades físicas	Porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada					NTP 400.037 (INACAL, 2021)
	0%	25%	50%	75%	100%	
Humedad	3.45	3.22	3.01	3.01	1.35	
Módulo de fineza	2.04	2.33	2.85	3.2	3.92	2.30-3.10
Peso específico de masa (g/cm ³)	2.571	2.551	2.564	2.529	2.537	
Peso específico SSS (g/cm ³)	2.597	2.564	2.577	2.558	2.571	
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	
Absorción (%)	1	0.5	0.5	1.1	1.3	
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1480	1474	1474	1475	1425	
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1572	1626	1643	1677	1682	

El análisis de regresión muestra que el módulo de finura (MF) del agregado fino aumenta conforme se incrementa el porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes, pasando de 2.04 (arena natural) a 3.92 (100% residuo). Esto indica que ni la arena natural, por ser demasiado fina, ni el residuo al 100%, por ser demasiado grueso, cumple con el rango normativo de 2.30 a 3.10 según la NTP 400.037. Solo las mezclas con 25%, 50% y 75% de sustitución cumplen con este rango.

Tabla 24

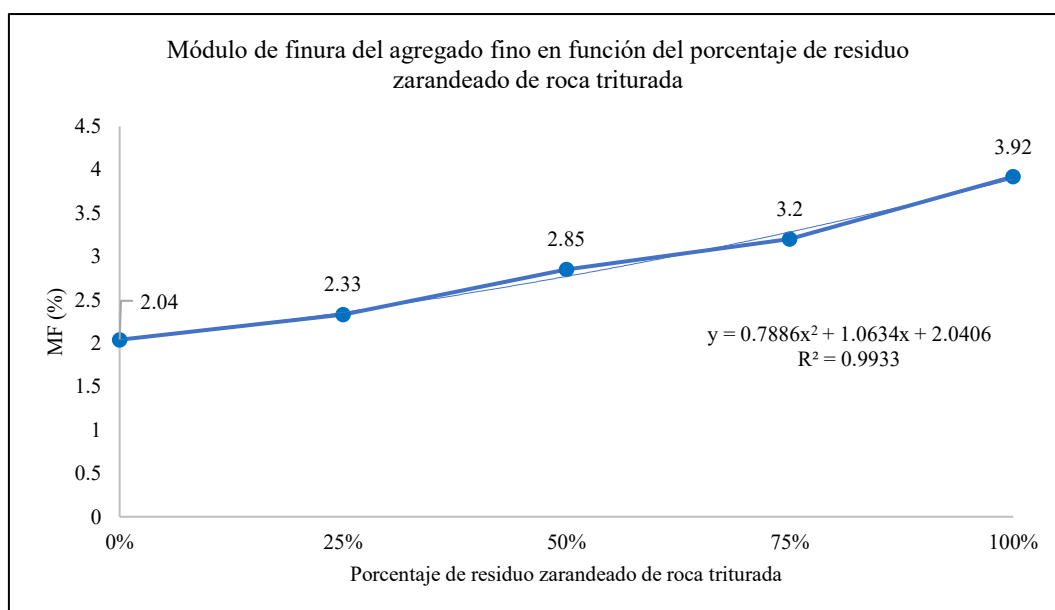
Módulo de Finura del Agregado Fino

Porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada	Módulo de finura	% respecto a la arena
0%	2.04	100.00%
25%	2.33	114.22%
50%	2.85	139.71%
75%	3.2	156.86%
100%	3.92	192.16%

Figura 24

Módulo de Finura del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo

Zarandeado de Roca Triturada que lo Conformar



El análisis de regresión revela que el contenido de humedad del agregado fino disminuye a medida que aumenta la sustitución de arena por residuo zarandeado de roca triturada, pasando de 3.45% (arena natural) a 1.35% (100% residuo). Esto refleja que el residuo tiene una matriz más seca, reduciendo progresivamente la humedad del agregado combinado. Las variaciones son mínimas hasta el 75% de residuo, con un descenso más marcado de 3.01% a 1.35% cuando el residuo se utiliza completamente.

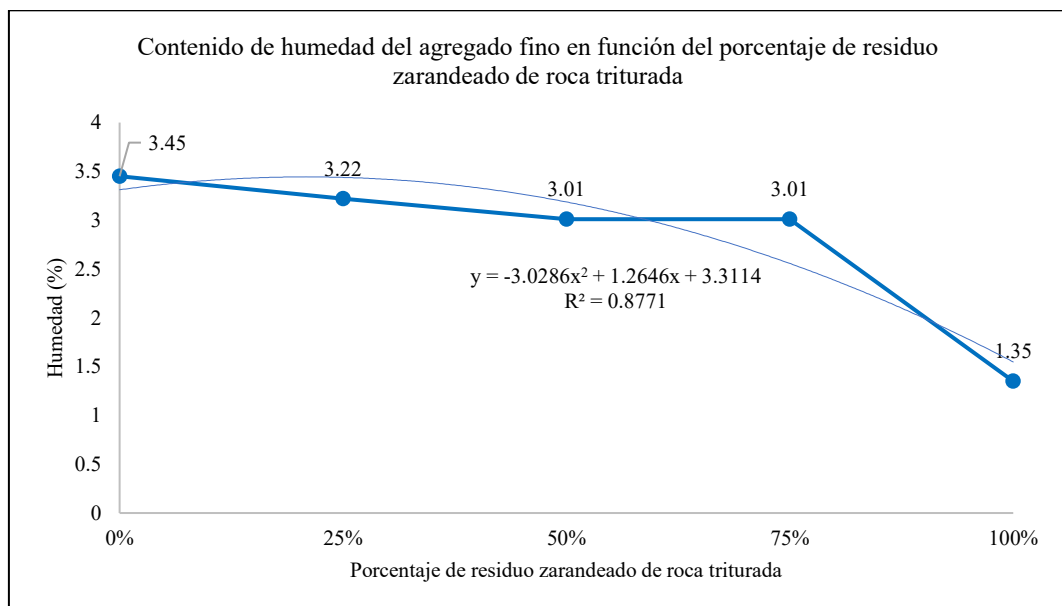
Tabla 25

Contenido de Humedad del Agregado Fino

Porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada	Humedad (%)	% respecto a la arena
0%	3.45	100.00%
25%	3.22	93.33%
50%	3.01	87.25%
75%	3.01	87.25%
100%	1.35	39.13%

Figura 25

Contenido de Humedad del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conform



De acuerdo al análisis de regresión, se puede observar que, la absorción tiene una tendencia relativa inversa, primero se observa una disminución creciente de la absorción al sustituir la arena por pequeños porcentajes de residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes, pero luego, esto se incrementa considerablemente pasando de 1% a 1.30% para el residuo zarandeado de roca triturada.

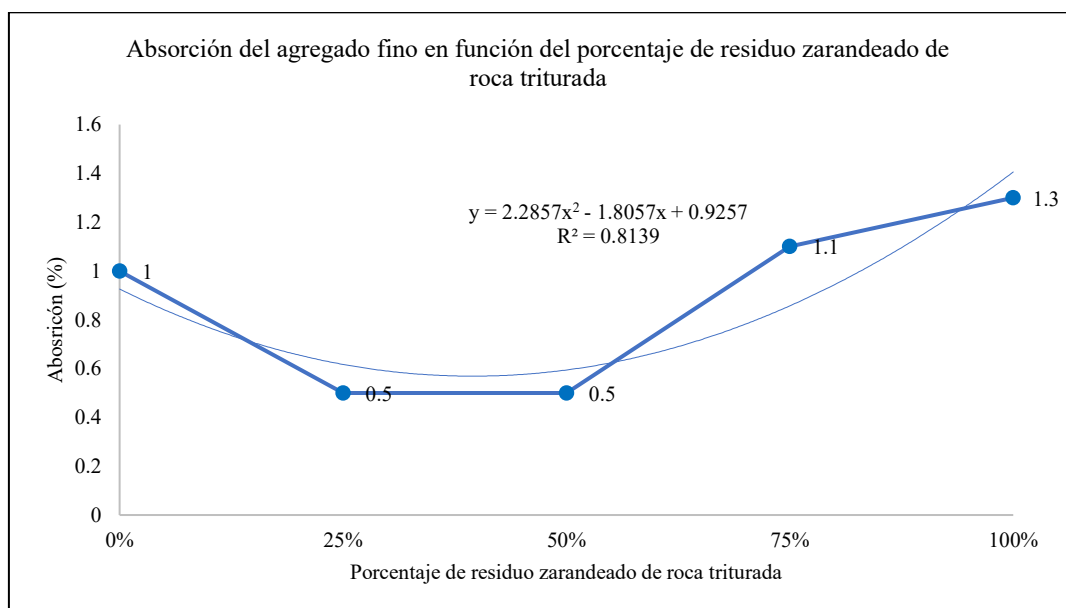
Tabla 26

Absorción del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conforman

Porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada	Absorción (%)	% respecto a la arena
0%	1	100.00%
25%	0.5	50.00%
50%	0.5	50.00%
75%	1.1	110.00%
100%	1.3	130.00%

Figura 26

Absorción del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conforman



De acuerdo al análisis de regresión, se puede observar que, el peso específico saturado superficialmente seco (SSS) no sigue una tendencia progresiva de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada, sino que, tiende a disminuir en 1.27% cuando se sustituye el 25% de la arena por residuos de roca, para luego aumentar en 1.5%, para luego volver a disminuir cuando se sustituye el 75% de arena por residuos, y finalmente aumentando cuando se analiza los residuos zarandeados de roca triturada por sí solos.

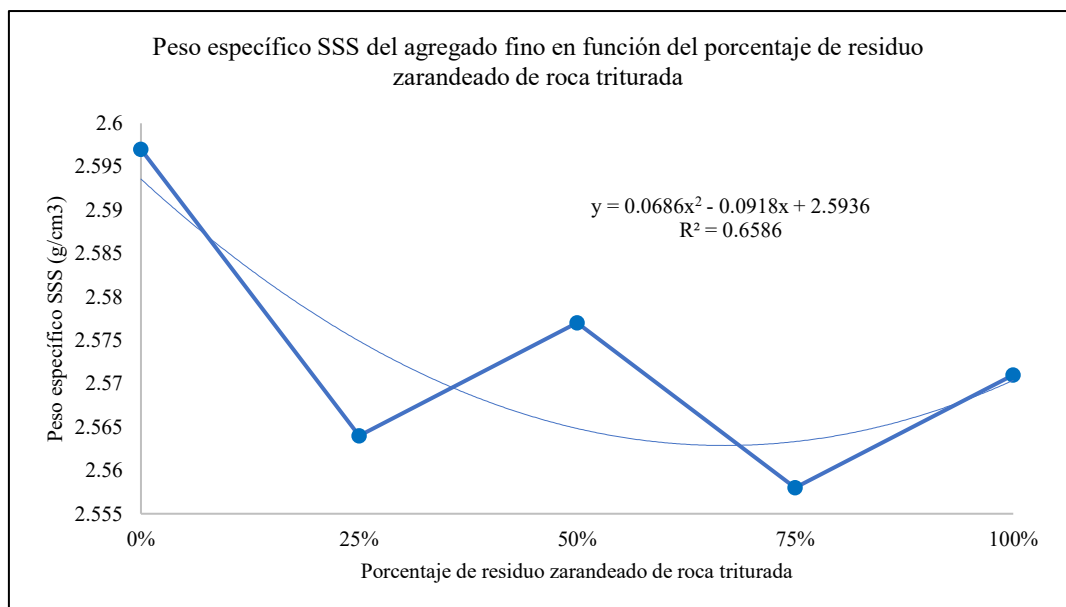
Tabla 27

Peso Específico SSS del Agregado Fino

Porcentaje de residuo zarandeado de roca	Peso específico SSS (g/cm ³)	% respecto a la arena
0%	2.597	100.00%
25%	2.564	98.73%
50%	2.577	99.23%
75%	2.558	98.50%
100%	2.571	99.00%

Figura 27

Peso Específico SSS del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conformar



De acuerdo al análisis de regresión, se puede observar que, el peso unitario suelto del agregado fino se reduce progresivamente al aumentar el porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes que sustituye a la arena, esto se debe a que la arena al ser un material más fino ocupa mejor los vacíos en estado suelto lo que lleva a que presente mayor peso en una unidad de volumen, siendo el peso unitario suelto de los residuos de 1425 kg/m³.

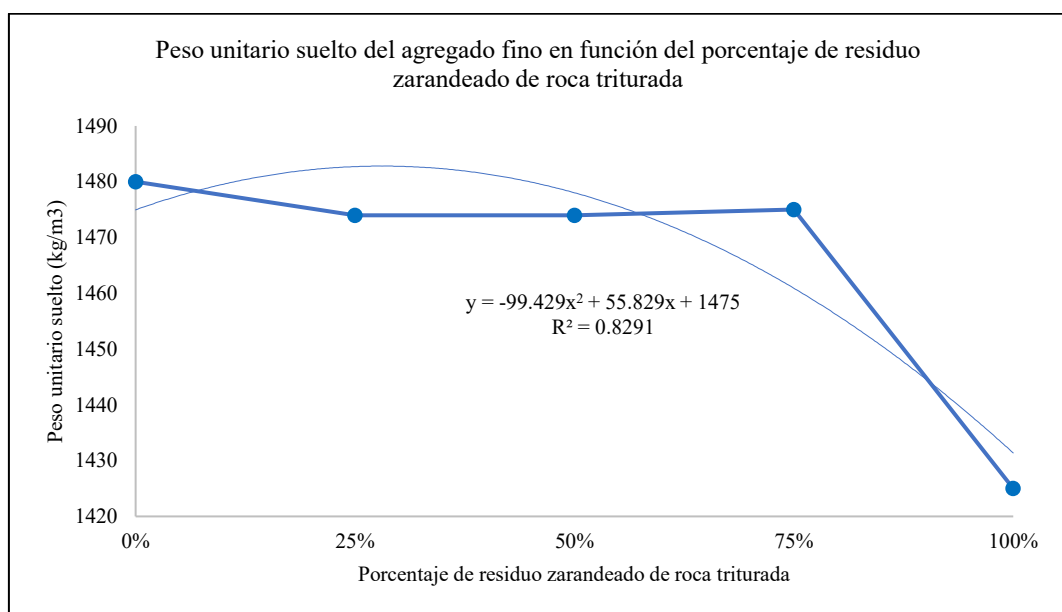
Tabla 28

Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

Porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada	Peso unitario suelto (kg/m ³)	% respecto a la arena
0%	1480	100.00%
25%	1474	99.59%
50%	1474	99.59%
75%	1475	99.66%
100%	1425	96.28%

Figura 28

Peso Unitario Suelto del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conforman



De acuerdo al análisis de regresión, se puede observar que, en cambio, el peso unitario compactado aumenta crecientemente al aumentar el porcentaje de remplazo de la arena por residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes, esto demuestra que, los residuos de roca tienen mayor potencial de compactación por lo que, su peso compactado es mayor en unidad de volumen alcanzando 1682 kg/m³, lo que representa el 107% del PUC de la arena natural.

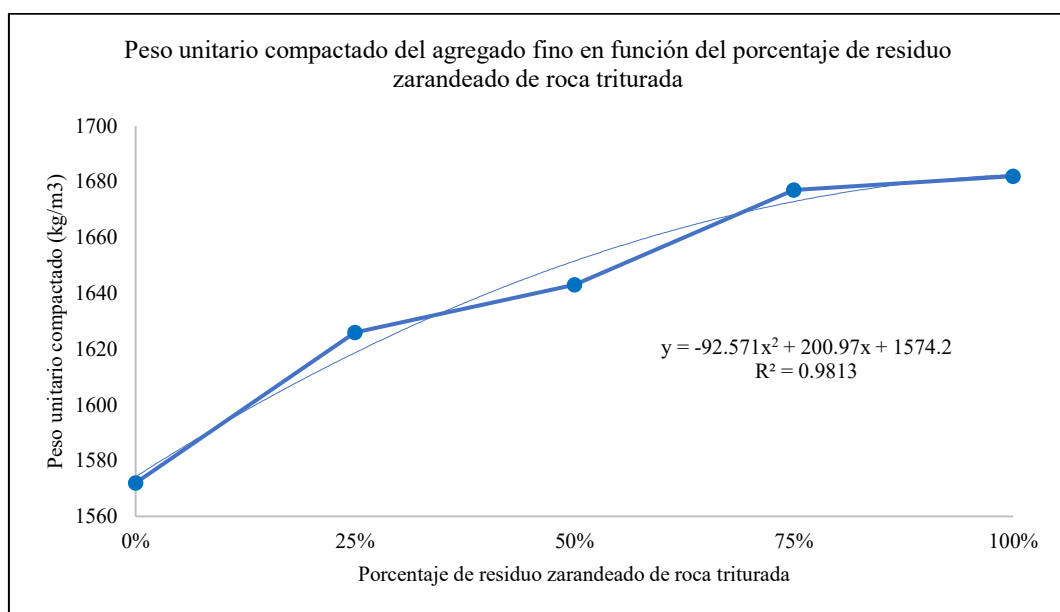
Tabla 29

Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

Porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada	Peso unitario compactado (kg/m ³)	% respecto a la arena
0%	1572	100.00%
25%	1626	103.44%
50%	1643	104.52%
75%	1677	106.68%
100%	1682	107.00%

Figura 29

Peso Unitario Compactado del Agregado Fino en Función del Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada que lo Conform



4.1.2. Resistencia a compresión del concreto sustituyendo la arena por residuo zarandeado de roca triturada

La Tabla 30 muestra cómo las resistencias a compresión varían con el tiempo y la proporción de residuo zarandeado de roca triturada. En el diseño de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, las proporciones del 25%, 50%, y 75% de residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes, superaron la resistencia de diseño a los 28 días, con valores promedio de hasta 294.00 kg/cm^2 . Sin embargo, el 100% de residuo no logró alcanzar el objetivo, solo alcanzó 193 kg/cm^2 , quedando por debajo del $f'c$ esperado (92%), evidenciando un desempeño inferior. Para el diseño de $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, las proporciones intermedias (50% y 75%) presentaron los mejores resultados, con valores de hasta 356 kg/cm^2 (127% del diseño), mientras que la mezcla con 100% de residuo también mostró un desempeño insuficiente, especialmente a los 28 días con 264 kg/cm^2 (94% del diseño), confirmando su baja eficiencia como único componente fino. Por tanto, en ambos diseños, el uso parcial de residuo zarandeado (25%-75%) mejora significativamente la resistencia del concreto, mientras que el reemplazo total (100%) no logra el desempeño esperado.

Tabla 30

Resistencias a Compresión Promedio del Concreto $F'c 210 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c 280 \text{ kg/cm}^2$ Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada

Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada	F'c 210 kg/cm ²			F'c 280 kg/cm ²		
	Edad (días)			Edad (días)		
	7	14	28	7	14	28
0%	178.67	227.33	291.33	212.00	312.67	334.67
25%	225.33	260.33	289.33	232.67	306.33	332.00
50%	225.67	261.33	289.67	248.00	307.67	356.67
75%	246.67	261.67	294.00	265.67	288.33	348.33
100%	167.00	193.00	193.00	215.00	248.00	264.33

Figura 30

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² y $F'c$ 280 kg/cm²

Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada

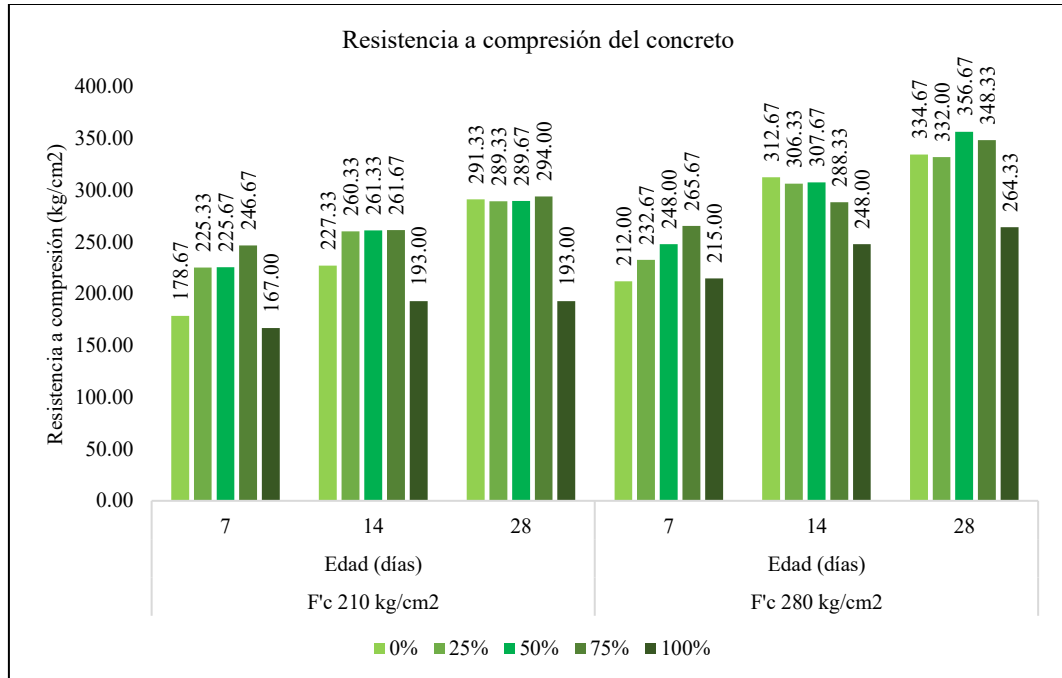


Figura 31

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² y $F'c$ 280 kg/cm²

Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 días

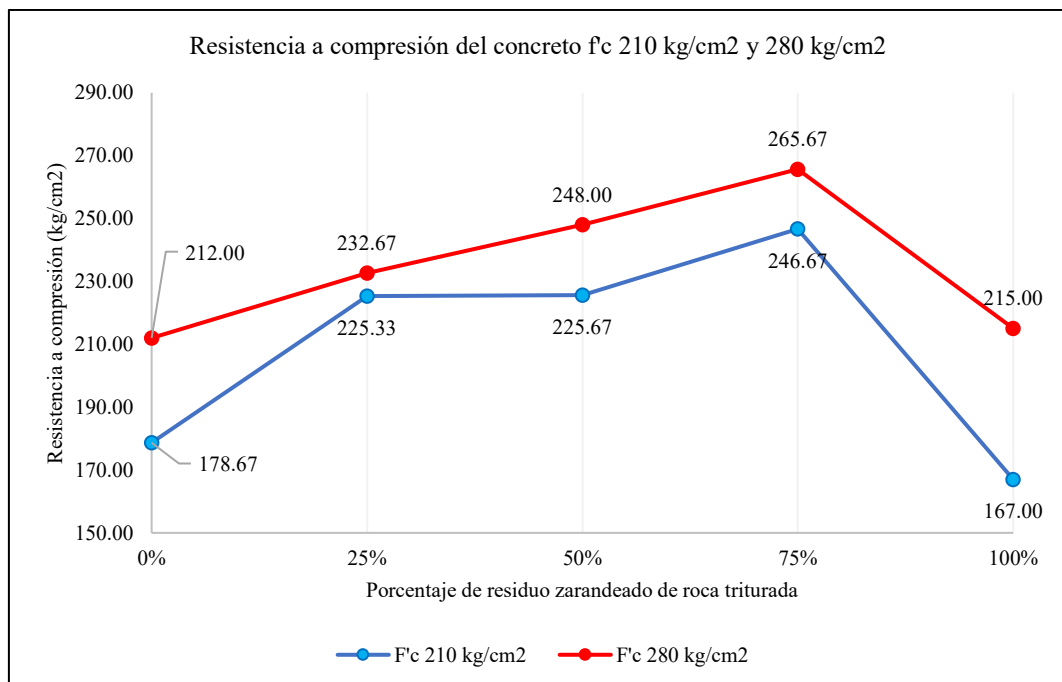


Figura 32

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² y $F'c$ 280 kg/cm²

Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 días

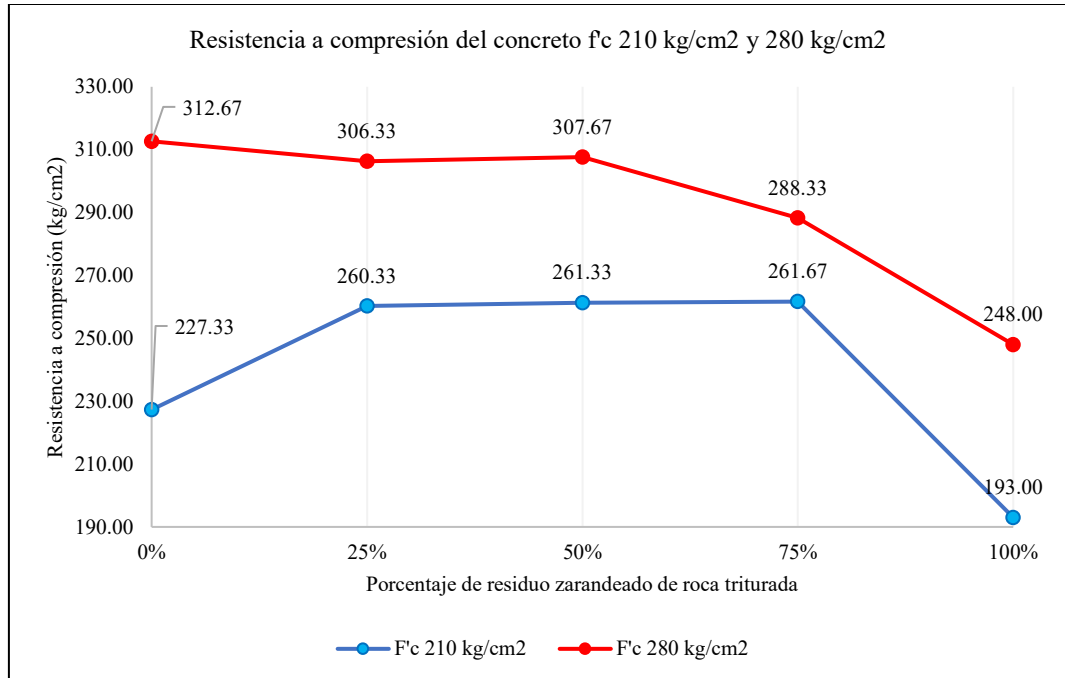
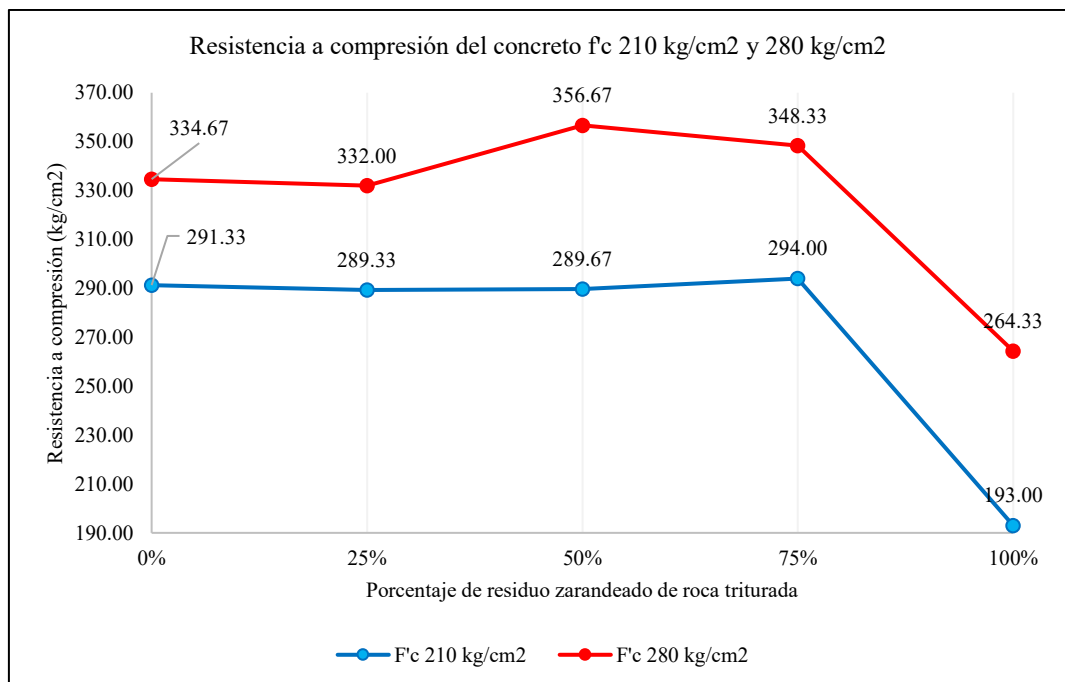


Figura 33

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² y $F'c$ 280 kg/cm²

Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 días



4.1.2.1. Resistencia a compresión $f'c$ 210 kg/cm²

Las mezclas de concreto con 25%, 50% y 75% de residuos zarandeados de roca triturada como remplazo de la arena para la conformación del agregado fino, lograron valores consistentes a los 7, 14, y 28 días, indicando que estas proporciones favorecen la resistencia, pero la mezcla con 100% de residuo presentó resistencias significativamente menores en todas las edades, destacándose su bajo desempeño. Las proporciones con 25%, 50%, y 75% de sustitución de arena por residuo zarandeado a los 28 días alcanzaron resistencias muy superiores al diseño, llegando hasta 294.00 kg/cm². La mezcla sin residuo también logró superar el $f'c$, pero en menor medida (291 kg/cm²). El 100% de residuo mostró el peor desempeño, alcanzando solo 193 kg/cm² a los 28 días, indicando que su uso exclusivo compromete la resistencia final del concreto.

Tabla 31

Resistencias a Compresión Promedio del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
7	178.67	225.33	225.67	246.67	167.00
14	227.33	260.33	261.33	261.67	180.33
28	291.33	289.33	289.67	294.00	193.00

Figura 34

Resistencias a Compresión Promedio del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada

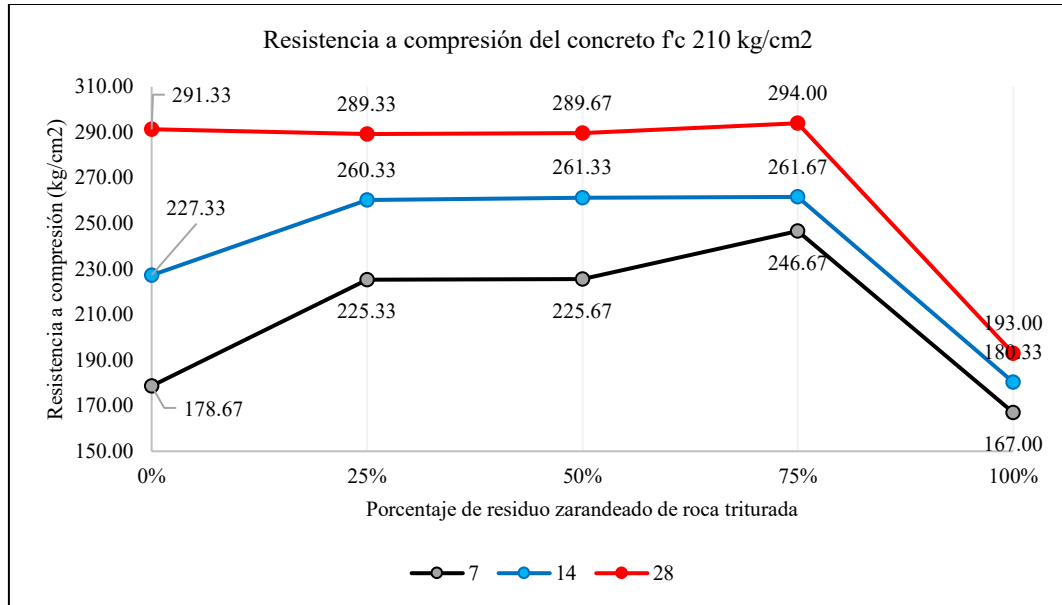


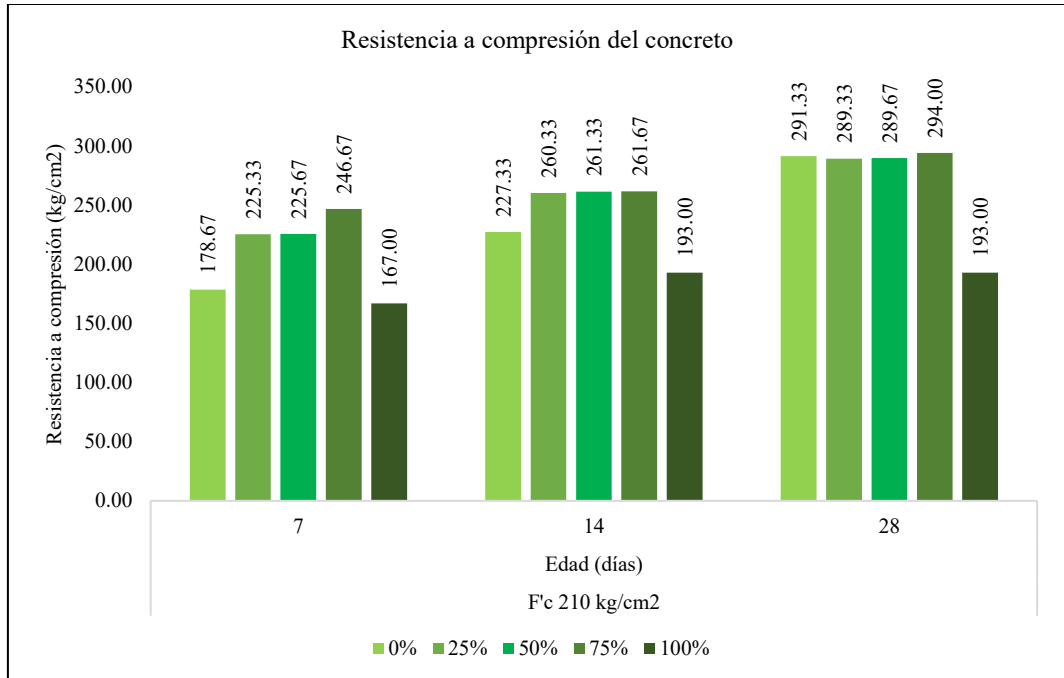
Tabla 32

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
7	175	217	223	253	166
7	178	235	232	249	173
7	183	224	222	238	162
Promedio	178.67	225.33	225.67	246.67	167.00
14	204	264	262	259	169
14	228	254	261	261	193
14	250	263	261	265	179
Promedio	227.33	260.33	261.33	261.67	180.33
28	302	287	293	308	191
28	292	301	295	286	195
28	280	280	281	288	193
Promedio	291.33	289.33	289.67	294.00	193.00

Figura 35

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada



a) Resistencia a los 7 días de curado

A los 7 días, las resistencias iniciales fueron significativamente altas en las proporciones del 25%, 50%, y 75% de residuos zarandeados de roca triturada, con valores que superaron el 65% del $f'c$ de diseño (hasta 247 kg/cm² para el 75%). Estas mezclas lograron resistencias superiores al diseño final, lo que indica una rápida ganancia de resistencia. La mezcla con 100% de residuo alcanzó únicamente 168 kg/cm², evidenciando su menor capacidad de desarrollo temprano de resistencia. Así mismo, los coeficientes de variación (C.V.) fueron bajos (< 5%), lo que asegura la confiabilidad de los datos.

Tabla 33

Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm2 Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días

Edad (días)	Resistencia (kg/cm2) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
7	175	217	223	253	166
7	178	235	232	249	173
7	183	224	222	238	162
Promedio	178.67	225.33	225.67	246.67	167.00
D.E.	4.04	9.07	5.51	7.77	5.57
C.V.	2.26%	4.03%	2.44%	3.15%	3.33%

El concreto alcanzó más del 65% de la resistencia de diseño para todas las proporciones. Las proporciones del 25%, 50% y 75% de residuo zarandeado de roca triturada lograron resistencias significativamente mayores al diseño inicial (107%, 107% y 117%, respectivamente), mostrando un desempeño sobresaliente. Los porcentajes reflejan un mejor desempeño para las proporciones intermedias, logrando entre el 107% y 117% del F'c a los 7 días. En contraste, el 100% de residuo quedó rezagado con un promedio de 80%.

Tabla 34

Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño F'c 210 kg/cm2 Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días

Edad (días)	Porcentaje de resistencia (kg/cm2) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
7	83%	103%	106%	120%	79%
7	85%	112%	110%	119%	82%
7	87%	107%	106%	113%	77%
Promedio	85%	107%	107%	117%	80%

Figura 36

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días

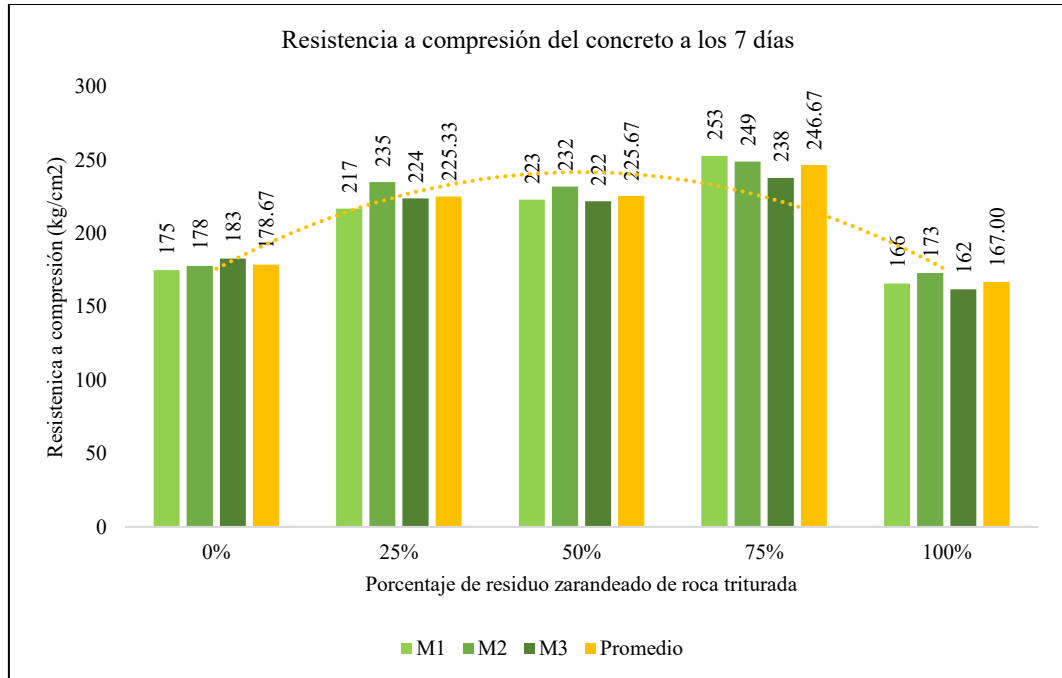
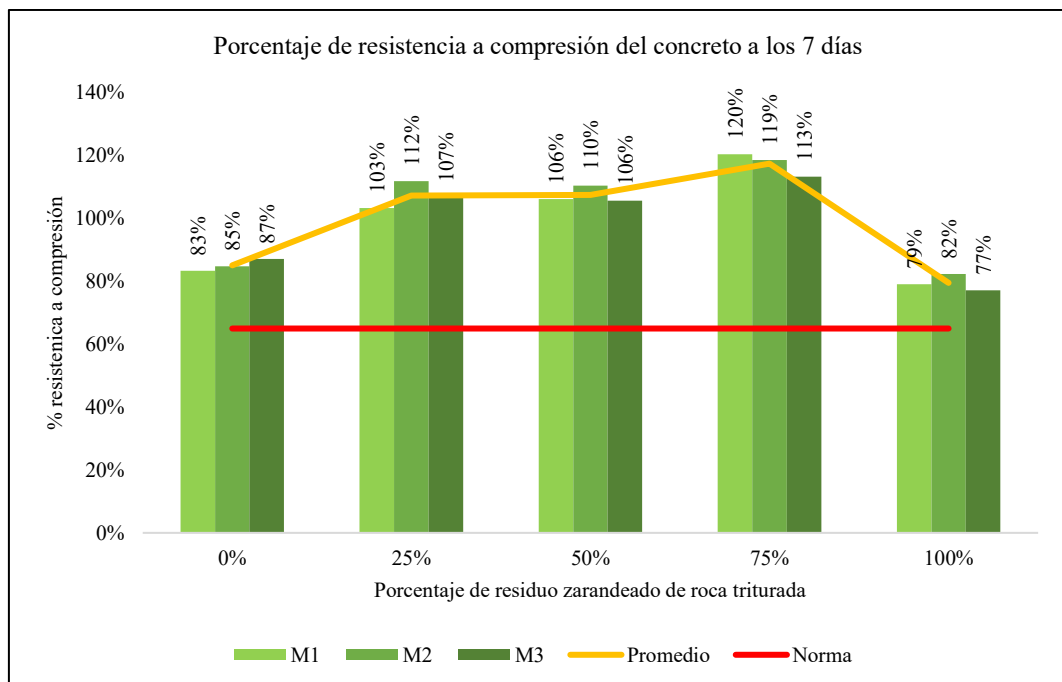


Figura 37

Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días



b) Resistencia a los 14 días de curado

A los 14 días, las mezclas con 25%, 50%, y 75% de residuo zarandeado de roca triturada continuaron mostrando un desempeño sobresaliente, alcanzando resistencias superiores al diseño final (hasta 261 kg/cm²). Estas proporciones garantizan un desarrollo óptimo de resistencia intermedia. En contraste, la mezcla con 100% de residuo quedó limitada a 180 kg/cm², reflejando una evolución lenta en su resistencia. Así mismo, el coeficiente de variación (C.V.) fue inferior al 10% para todas las proporciones, indicando datos confiables.

Tabla 35

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
14	204	264	262	259	169
14	228	254	261	261	193
14	250	263	261	265	179
Promedio	227.33	260.33	261.33	261.67	180.33
D.E.	23.01	5.51	0.58	3.06	12.06
C.V.	10.12%	2.12%	0.22%	1.17%	6.69%

El porcentaje de resistencia alcanzado destaca nuevamente las proporciones del 25%, 50%, y 75%, con promedios entre 124% y 125%. Las proporciones con 25%, 50%, y 75% de residuo zarandeado alcanzaron más del 90% de la resistencia de diseño, incluso superándola con valores de 124%, 124%, y 125%. La mezcla con 100% de residuo fue la única que no cumplió con este criterio, alcanzando solo el 86%.

Tabla 36

Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto F'c 210 kg/cm2 Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días

Edad (días)	Porcentaje de resistencia (kg/cm2) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
14	97%	126%	125%	123%	80%
14	109%	121%	124%	124%	92%
14	119%	125%	124%	126%	85%
Promedio	108%	124%	124%	125%	86%

Figura 38

Resistencias a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm2 Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días

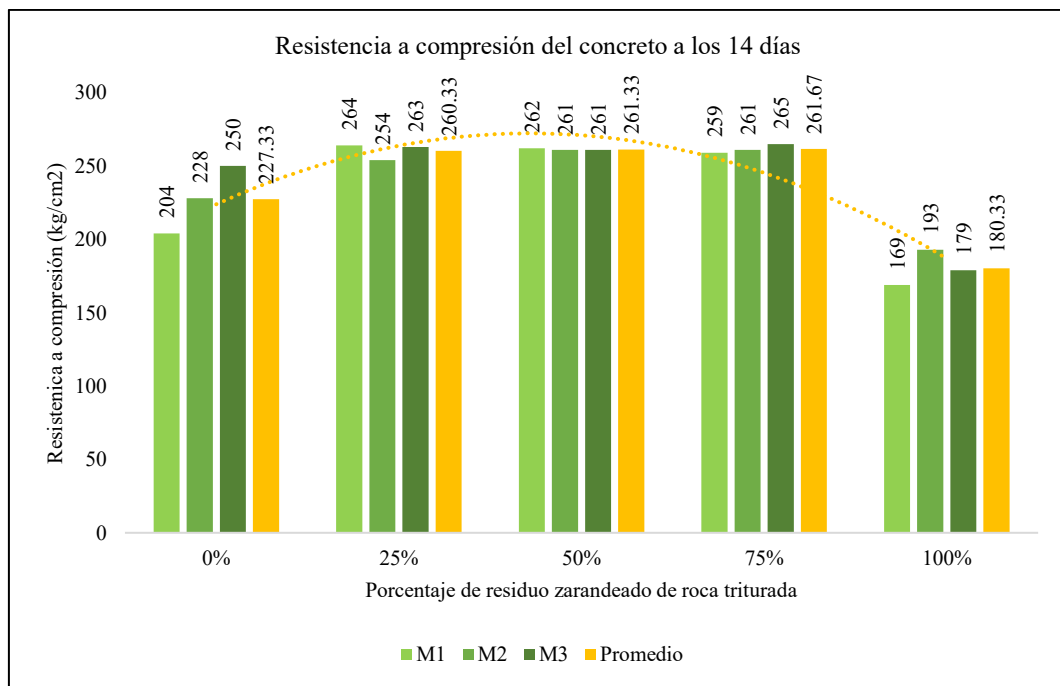
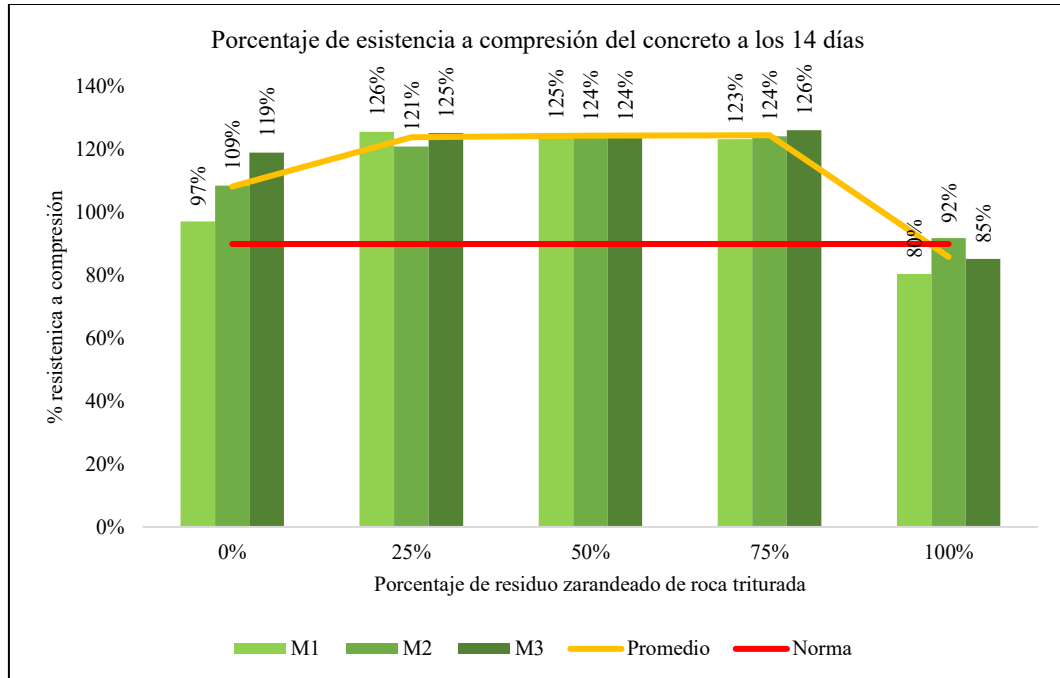


Figura 39

Porcentaje de la Resistencia a Compresión Diseño $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días



c) Resistencia a los 28 días de curado

A los 28 días, todas las mezclas intermedias superaron ampliamente la resistencia de diseño. En la resistencia final, las proporciones de 25%, 50%, y 75% de residuo zarandeado de roca triturada destacaron por superar ampliamente el diseño, con resistencias promedio entre 290 kg/cm² y 294 kg/cm². La mezcla sin residuo también alcanzó un valor adecuado, aunque ligeramente inferior (291 kg/cm²). La mezcla con 100% de residuo, con 193 kg/cm², no logró alcanzar el diseño de 210 kg/cm², confirmando que esta proporción no es adecuada para aplicaciones donde se requiere alta resistencia. Así mismo, el coeficiente de variación (C.V.) en todas las proporciones fue inferior al 5%, garantizando confiabilidad en los resultados.

Tabla 37

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
28	302	287	293	308	191
28	292	301	295	286	195
28	280	280	281	288	193
Promedio	291.33	289.33	289.67	294.00	193.00
D.E.	11.02	10.69	7.57	12.17	2.00
C.V.	3.78%	3.70%	2.61%	4.14%	1.04%

Todas las mezclas excepto la de 100% de residuo superaron ampliamente el 100% de la resistencia de diseño, con valores entre 138% y 140%. Sin embargo, la mezcla al 100% de residuo solo alcanzó el 92%, mostrando un desempeño inferior.

Tabla 38

Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días

Edad (días)	Porcentaje de resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
28	144%	137%	140%	147%	91%
28	139%	143%	140%	136%	93%
28	133%	133%	134%	137%	92%
Promedio	139%	138%	138%	140%	92%

Figura 40

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días

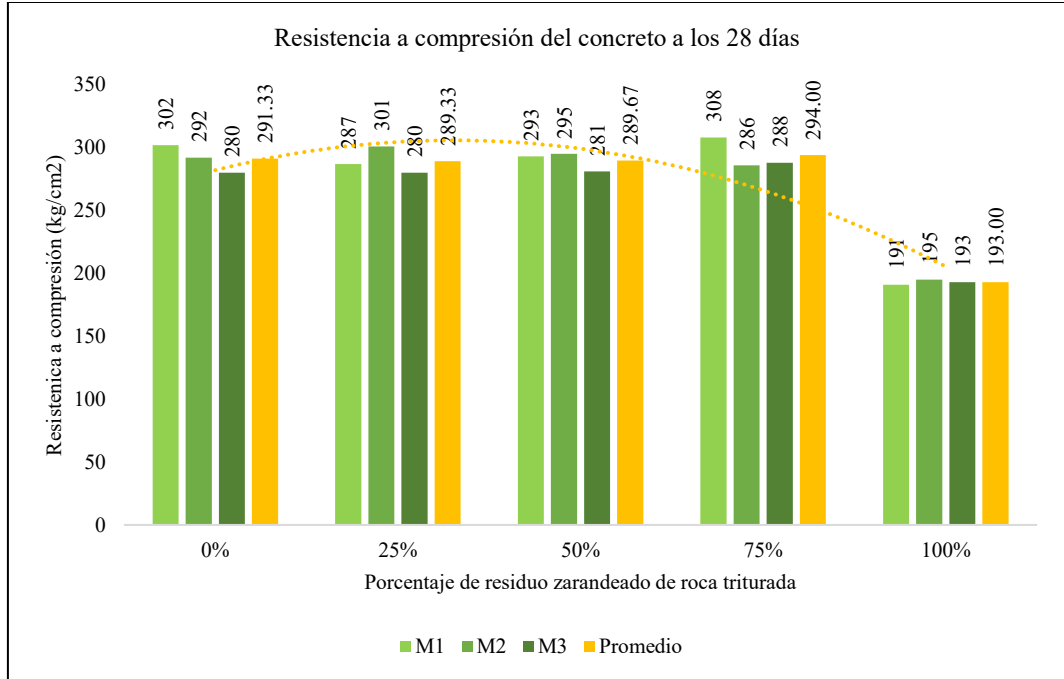
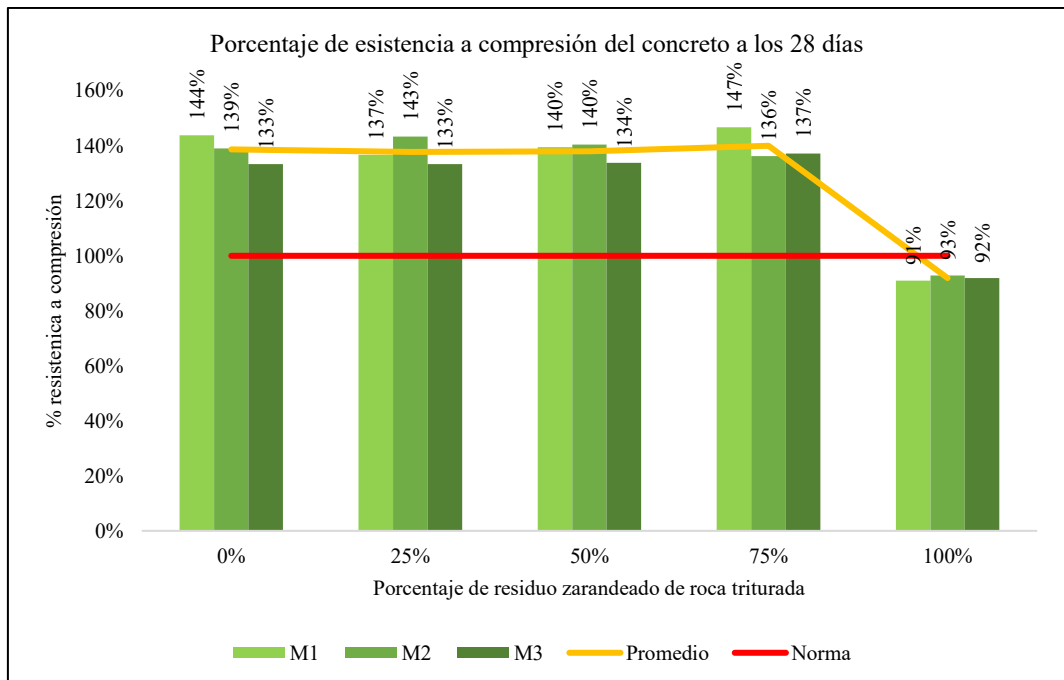


Figura 41

Porcentaje de la Resistencia a Compresión Diseño $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días



4.1.2.2. Resistencia a compresión $f'c$ 280 kg/cm²

Para este diseño de alta resistencia, las proporciones del 50% y 75% de residuo zarandeado de roca triturada lograron los mejores resultados, alcanzando valores finales de hasta 356 kg/cm² a los 28 días (127% del diseño). Estas proporciones muestran una combinación óptima entre los materiales. El 100% de residuo presentó un valor inferior, alcanzando solo 264 kg/cm² (94%), lo que evidencia que no es eficiente como único agregado fino en este tipo de concreto.

Tabla 39

Resistencias a Compresión Promedio del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
7	212.00	232.67	248.00	265.67	215.00
14	312.67	306.33	307.67	288.33	248.00
28	334.67	332.00	356.67	348.33	264.33

Figura 42

Resistencias a Compresión Promedio del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada

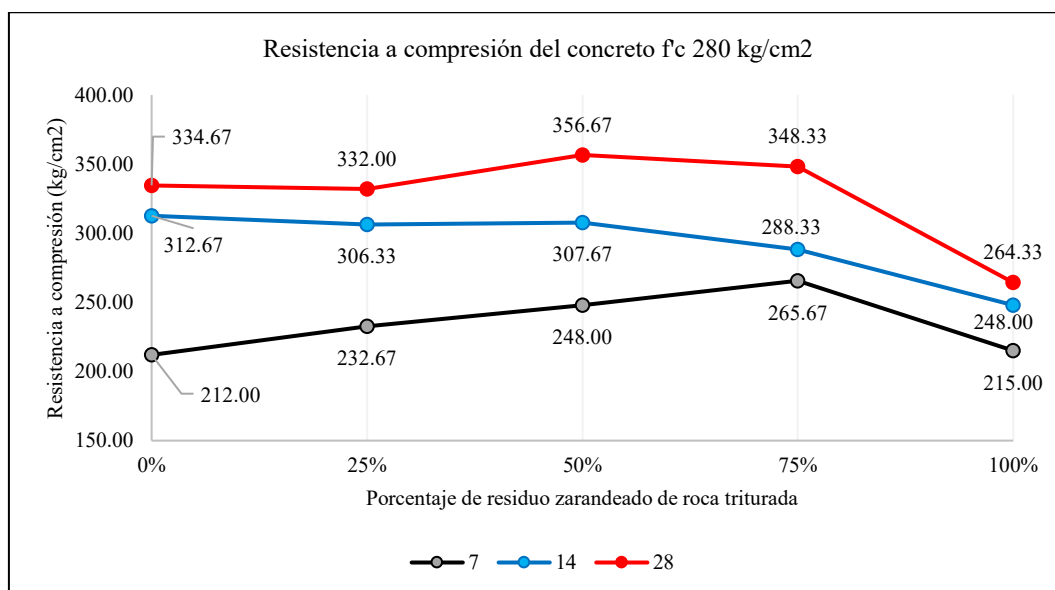


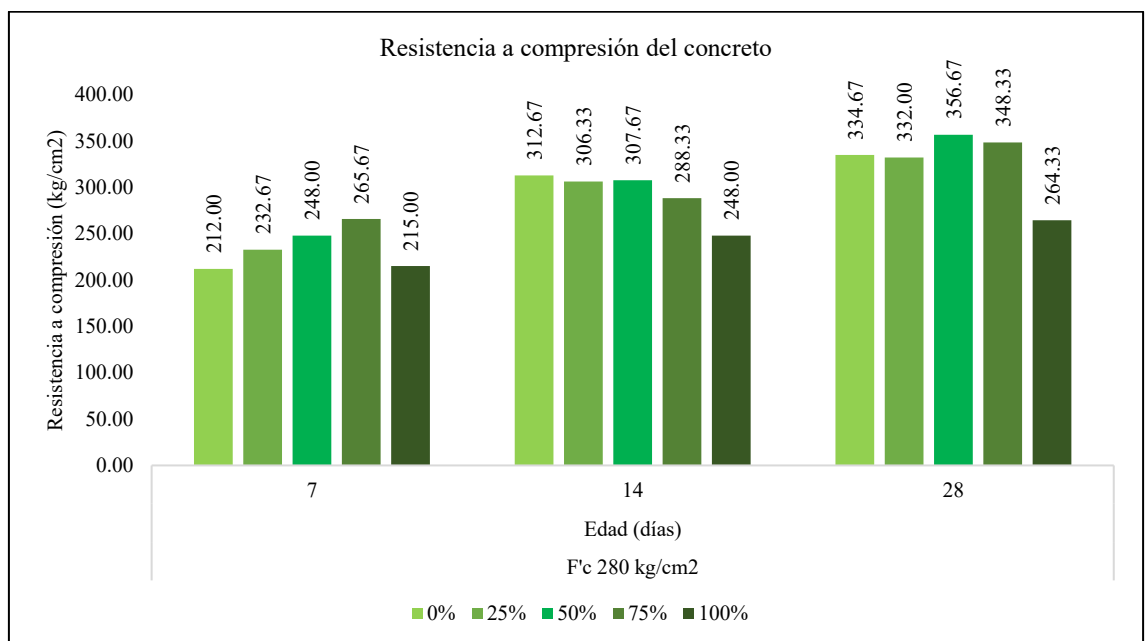
Tabla 40

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 810 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
7	196	227	226	264	216
7	237	240	300	262	213
7	203	231	218	271	216
Promedio	212.00	232.67	248.00	265.67	215.00
14	313	312	303	289	250
14	322	304	306	288	255
14	303	303	314	288	239
Promedio	312.67	306.33	307.67	288.33	248.00
28	353	341	341	344	256
28	324	317	352	372	252
28	327	338	377	329	285
Promedio	334.67	332.00	356.67	348.33	264.33

Figura 43

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 810 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada



a) Resistencia a los 7 días de curado

A los 7 días, las proporciones intermedias alcanzaron resistencias aceptables, superando el 65% del diseño (hasta 266 kg/cm² para el 75%). Esto indica un buen desarrollo temprano de resistencia en estas mezclas. La mezcla con 100% de residuo fue la más baja, con 215 kg/cm², lo que muestra una evolución inicial limitada. Así mismo, los coeficientes de variación (C.V.) oscilaron entre 0.81% y 18.23%, siendo altos en el 50% de sustitución, lo que reduce la confiabilidad para este caso, pero sigue cumpliendo con el criterio de la NTP 339.034, que especifica que los datos de resistencia solo se deben descartar cuando superen el 20% del coeficiente de variación (C.V.).

Tabla 41

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 280 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
7	196	227	226	264	216
7	237	240	300	262	213
7	203	231	218	271	216
Promedio	212.00	232.67	248.00	265.67	215.00
D.E.	21.93	6.66	45.21	4.73	1.73
C.V.	10.35%	2.86%	18.23%	1.78%	0.81%

Los resultados reflejan que las proporciones intermedias lograron resistencias aceptables, mientras que el 100% de residuo mostró un desempeño marginal, con un promedio de 77%. Todas las mezclas alcanzaron más del 65% de la resistencia de diseño, cumpliendo con el criterio. La proporción del 75% mostró el mejor desempeño, con un 95% del $f'c$ de diseño. Sin embargo, el 100% de residuo mostró valores más bajos (77%), aunque dentro del rango aceptable.

Tabla 42

Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto F'c 280 kg/cm2 Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días

Edad (días)	Porcentaje de resistencia (kg/cm2) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
7	70%	81%	81%	94%	77%
7	85%	86%	107%	94%	76%
7	73%	83%	78%	97%	77%
Promedio	76%	83%	89%	95%	77%

Figura 44

Resistencias a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm2 Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días

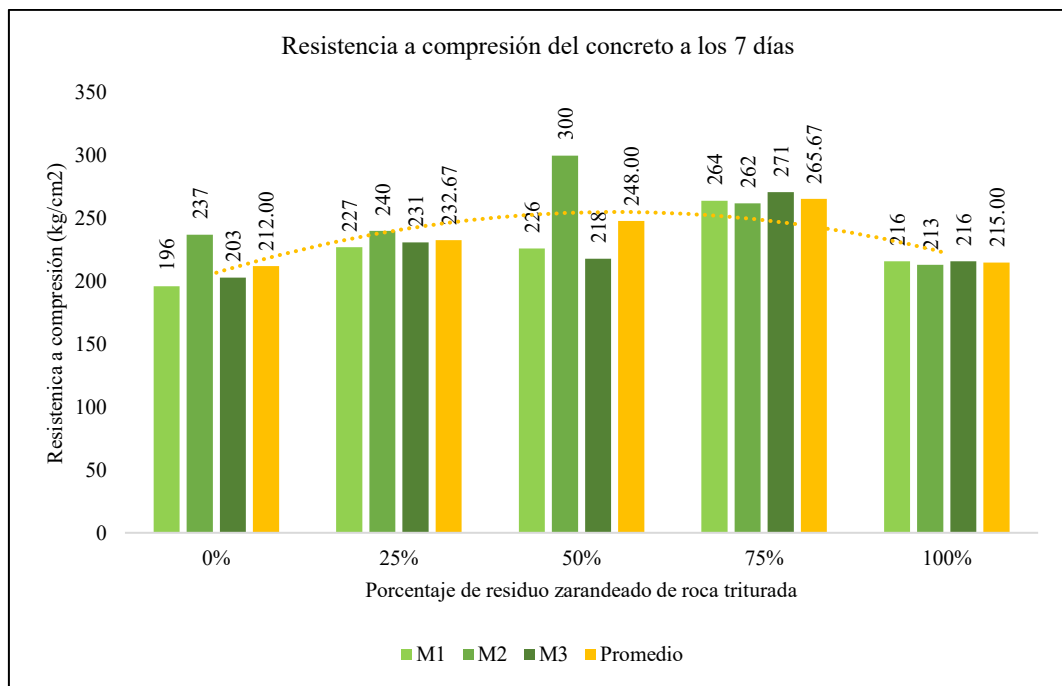
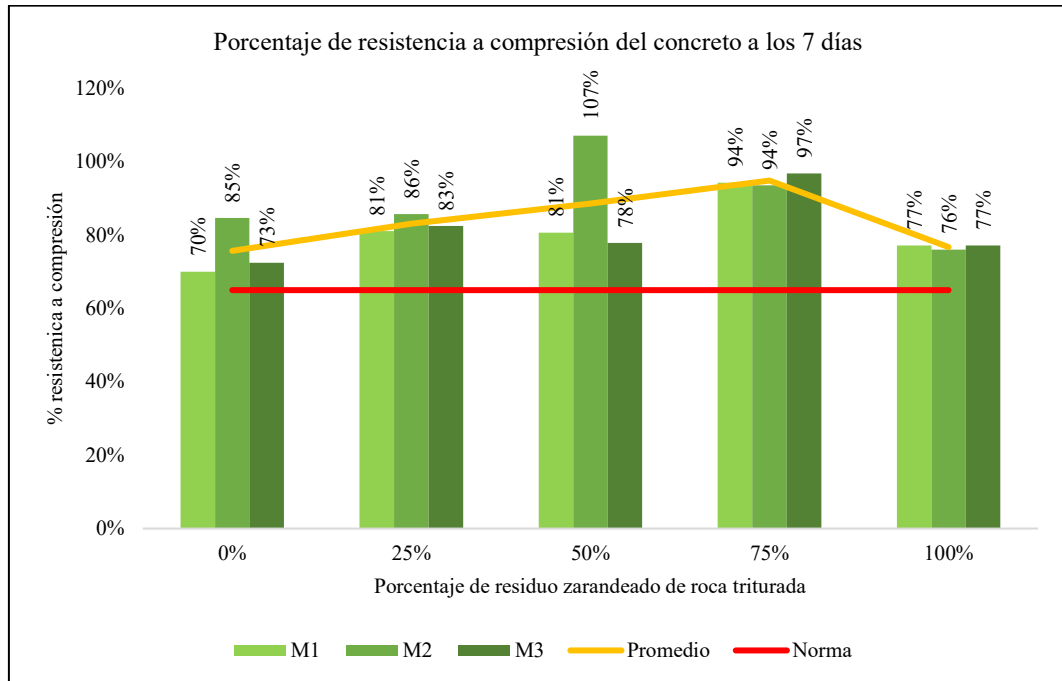


Figura 45

Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto $F'c$ 280 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 7 Días



b) Resistencia a los 14 días de curado

En las edades intermedias, las proporciones con 0%, 25%, 50%, y 75% continuaron mostrando un excelente desempeño, alcanzando hasta 312 kg/cm² (112% del diseño). La mezcla con 100% de residuo, aunque mostró un progreso respecto a los 7 días, quedó rezagada con 249 kg/cm² (89%), lo que confirma su menor capacidad para desarrollar resistencia intermedia. Algo particular que ha ocurrido con las mezclas a los 14 días, es que a diferencia de las proporciones a los 7 y 28 días, estos muestran una disminución progresiva de la resistencia a compresión de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada, es decir a pesar de que son resistencias favorables, estas son menores a la resistencia alcanzada por el concreto patrón, lo que significa que su avance para adquirir la

resistencia máxima es más lento en contraste con el concreto convencional. Así mismo, los coeficientes de variación (C.V.) fueron bajos (< 3.5%), asegurando la confiabilidad de los resultados.

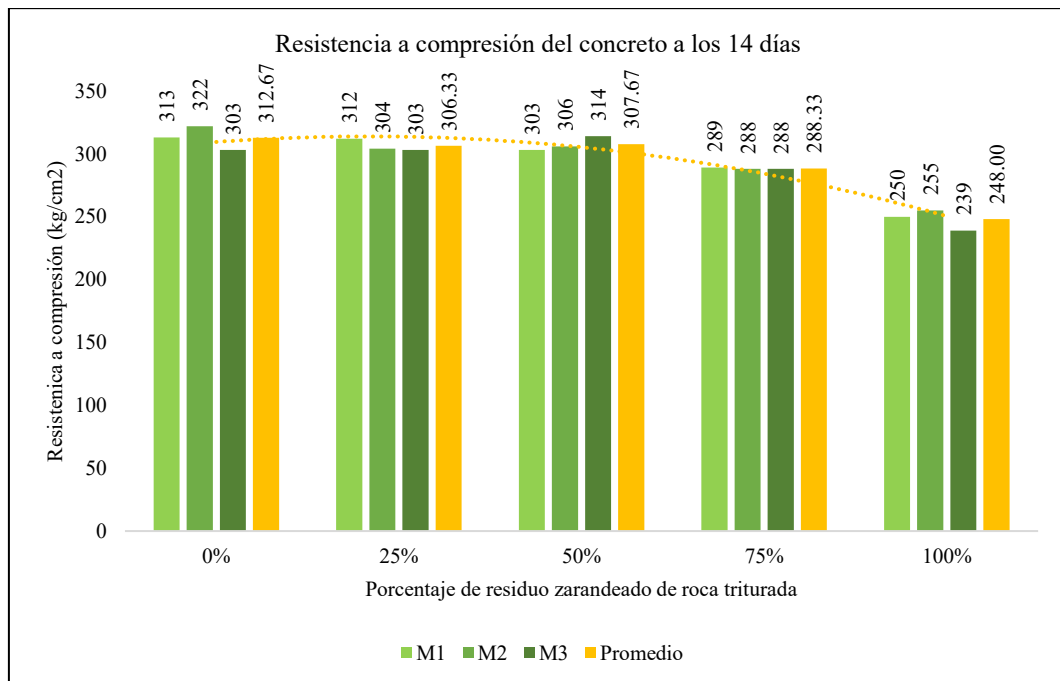
Tabla 43

Resistencias a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm2 Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días

Edad (días)	Resistencia (kg/cm2) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
14	313	312	303	289	250
14	322	304	306	288	255
14	303	303	314	288	239
Promedio	312.67	306.33	307.67	288.33	248.00
D.E.	9.50	4.93	5.69	0.58	8.19
C.V.	3.04%	1.61%	1.85%	0.20%	3.30%

Figura 46

Resistencias a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm2 Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días



Los resultados confirman que las proporciones intermedias superaron el diseño esperado a los 14 días, mientras que el 100% de residuo continuó mostrando un desempeño deficiente. Todas las proporciones superaron el 90% del f_c de diseño, excepto el 100%, que alcanzó un 89%. El mejor desempeño se observó en las mezclas con 0%, 25%, y 50% de residuo (112%, 109%, y 110%).

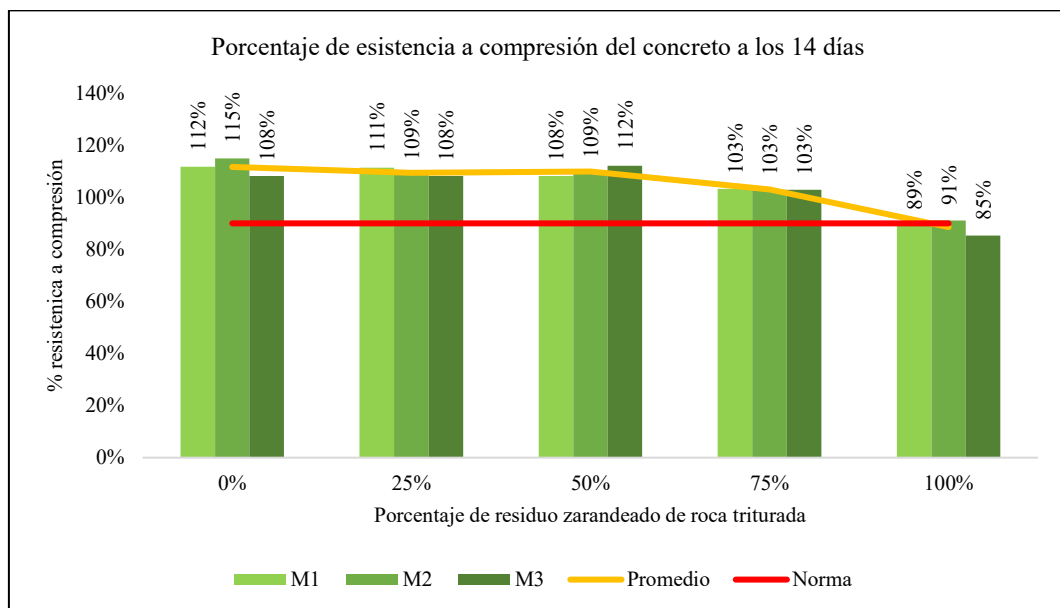
Tabla 44

Porcentaje de la Resistencia a Compresión Diseño $F'c$ 280 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días

Edad (días)	Porcentaje de resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
14	112%	111%	108%	103%	89%
14	115%	109%	109%	103%	91%
14	108%	108%	112%	103%	85%
Promedio	112%	109%	110%	103%	89%

Figura 47

Porcentaje de la Resistencia Diseño del Concreto $F'c$ 280 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 14 Días



c) Resistencia a los 28 días de curado

En la resistencia final, las mezclas con 25%, 50%, y 75% de sustitución mostraron un desempeño excepcional, alcanzando valores superiores al diseño (hasta 356 kg/cm²). En cambio, el 100% de residuo solo logró 264 kg/cm², quedando por debajo del f'c requerido, lo que limita su aplicabilidad para concretos de alta resistencia. Así mismo, el coeficiente de variación (C.V.) fue inferior al 7% en todas las proporciones, garantizando la precisión de los datos.

Tabla 45

Resistencias a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días

Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
28	353	341	341	344	256
28	324	317	352	372	252
28	327	338	377	329	285
Promedio	334.67	332.00	356.67	348.33	264.33
D.E.	15.95	13.08	18.45	21.83	18.01
C.V.	4.77%	3.94%	5.17%	6.27%	6.81%

Las proporciones intermedias lograron entre el 119% y 127% del F'c a los 28 días, mientras que el 100% de residuo solo alcanzó el 94%, quedando por debajo del objetivo normativo. Las mezclas con 25%, 50%, y 75% de residuo zarandeado mostraron resistencias superiores al 127% del diseño, siendo las de mejor desempeño. La mezcla con 100% de residuo alcanzó únicamente un 94%, por debajo del criterio de diseño.

Tabla 46

Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto F'c 280 kg/cm2 Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días

Edad (días)	Porcentaje de resistencia (kg/cm2) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
	0%	25%	50%	75%	100%
28	126%	122%	122%	123%	91%
28	116%	113%	126%	133%	90%
28	117%	121%	135%	118%	102%
Promedio	120%	119%	127%	124%	94%

Figura 48

Resistencias a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm2 Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días

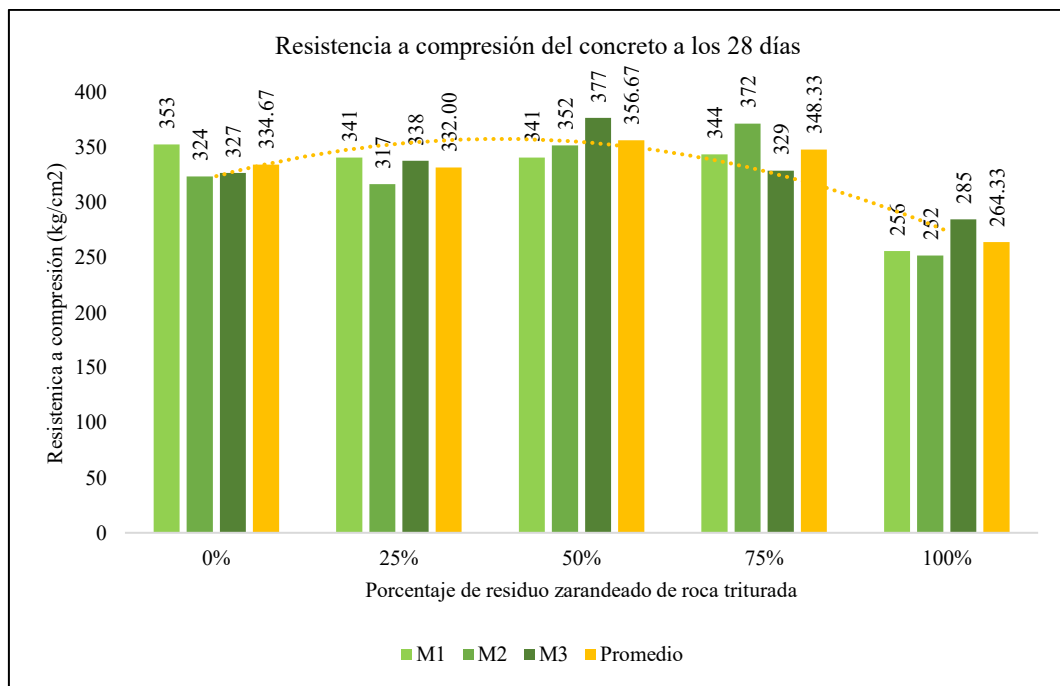
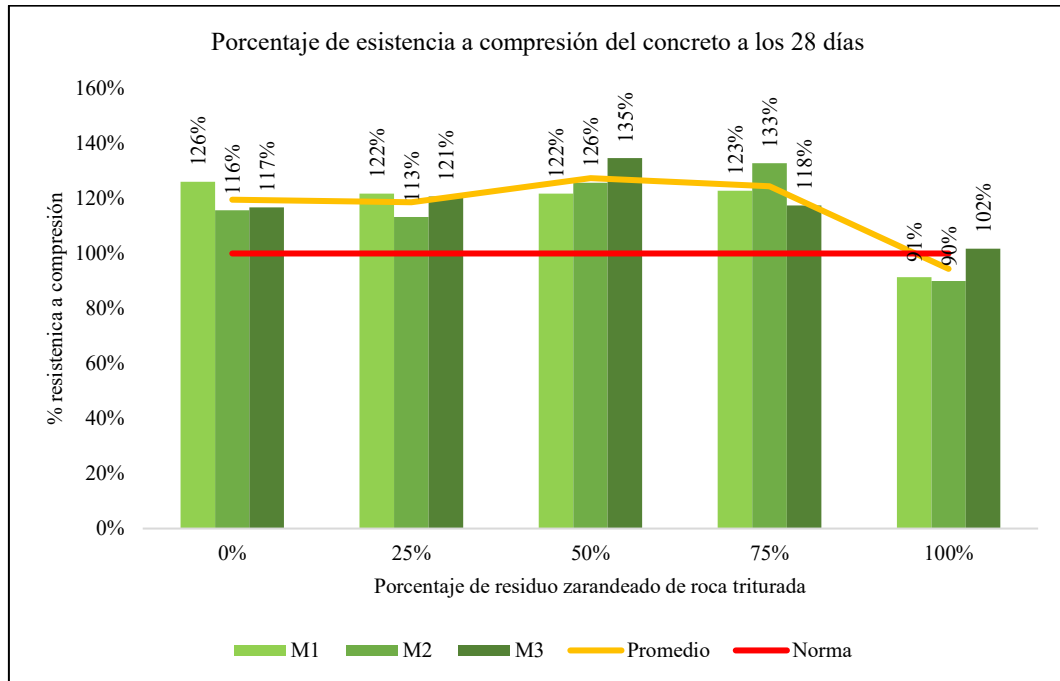


Figura 49

Porcentaje Alcanzado de la Resistencia a Compresión Diseño del Concreto $F'c$ 280 kg/cm² Sustituyendo la Arena por Residuo Zarandeado de Roca Triturada, a los 28 Días



4.1.2.3. Dosificaciones de residuo zarandeado de roca triturada para mejorar la resistencia a compresión

Para el concreto $f'c$ 210 kg/cm² se logra la máxima resistencia a compresión utilizando 75% de residuo zarandeado de roca triturada, mientras que, para el concreto $f'c$ 280 kg/cm² se alcanza la mayor resistencia a compresión con tan solo 50% de residuo zarandeado de roca triturada, siendo así, se puede inferir que, para mayores resistencias esperadas ($f'c$ de diseño) se requiere menores porcentajes de sustitución de la arena por residuos de roca triturada, pero que en todos los casos la combinación parcial de arena y residuos de roca triturada como agregado fino, logra buenos resultados mecánicos, mejorando su resistencia a compresión a los 28 días, tal como lo, demuestra el análisis de regresión en las siguientes figuras:

Figura 50

Análisis de Regresión entre el Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca

Triturada y la Resistencia a Compresión del Concreto f'c 210 kg/cm2

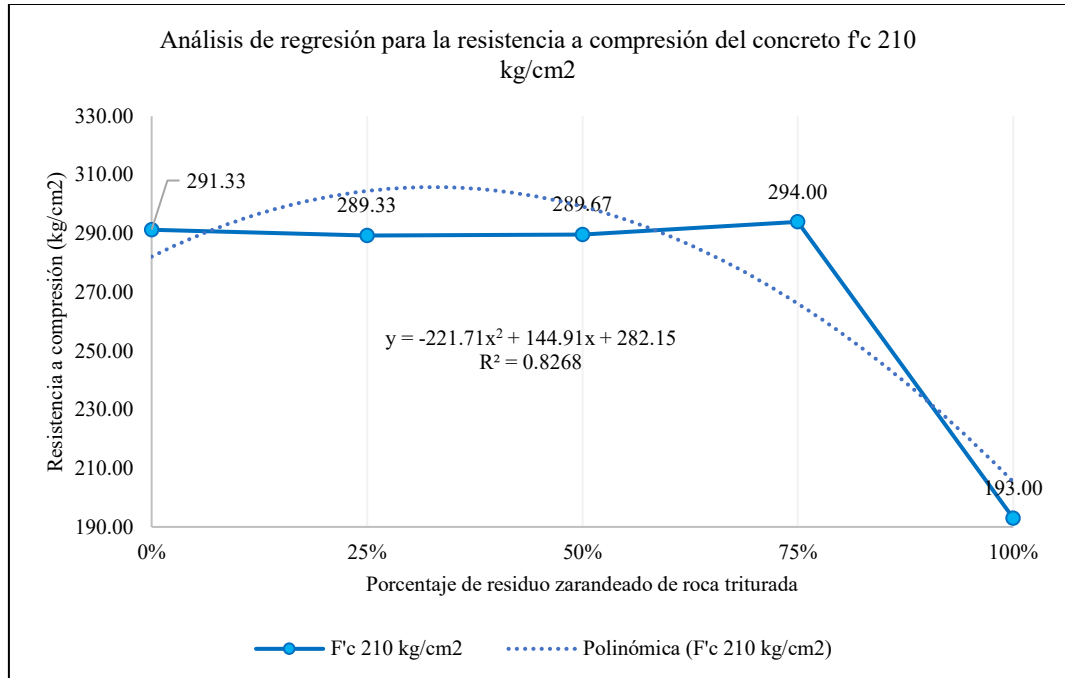
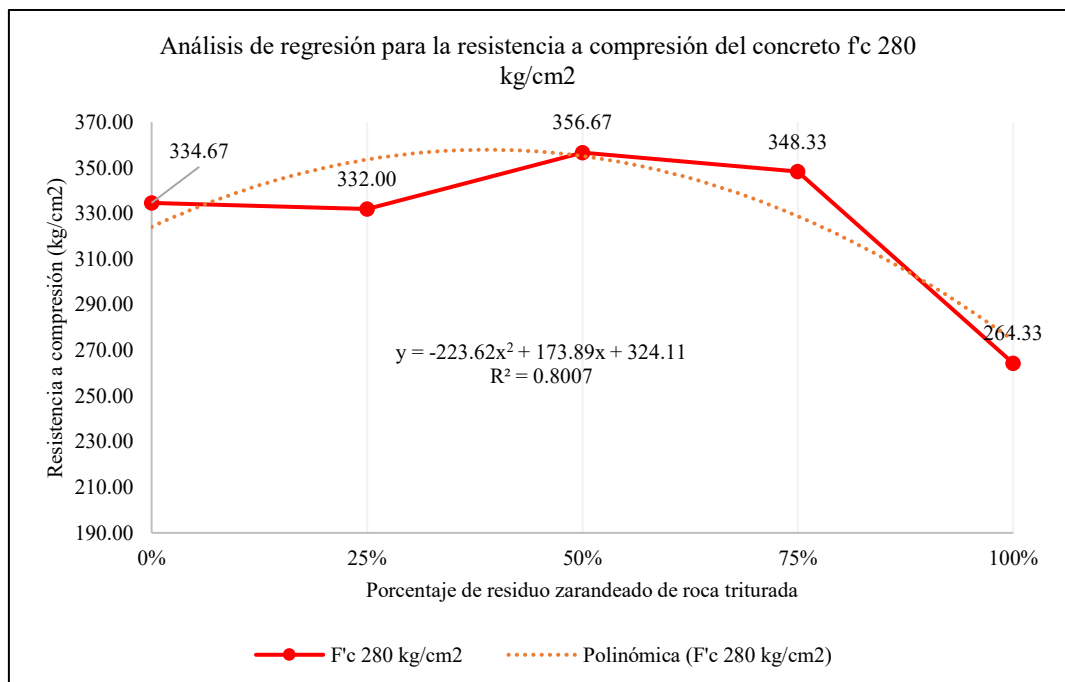


Figura 51

Análisis de Regresión entre el Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca

Triturada y la Resistencia a Compresión del Concreto f'c 280 kg/cm2



4.1.2.4. Módulo de elasticidad del concreto con residuo zarandeado de roca triturada

En términos generales, se observa que la rigidez del concreto, medida a través del MOE, tiende a disminuir a medida que se incrementa la cantidad de residuo zarandeado de roca en la mezcla; sin embargo, este efecto no es uniforme, ya que en ciertos niveles de sustitución el MOE alcanza valores superiores a los obtenidos con una mezcla sin residuo. Para las mezclas diseñadas con resistencia 210 kg/cm^2 , el MOE se mantiene relativamente estable cuando el residuo representa entre 25% y 75% del agregado fino, con valores cercanos a los $260,000 \text{ kg/cm}^2$. No obstante, cuando el residuo reemplaza completamente a la arena (100%), el MOE se reduce, alcanzando $211,955 \text{ kg/cm}^2$, esto indica que, si bien el uso moderado del residuo no afecta la elasticidad del concreto, su uso exclusivo compromete la capacidad del material para resistir deformaciones elásticas.

En el caso de las mezclas con $f'c$ de 280 kg/cm^2 , el comportamiento es similar, inicialmente, el MOE aumenta conforme se incorpora hasta 50% de residuo zarandeado de roca, alcanzando su valor máximo en esta proporción con $294,843 \text{ kg/cm}^2$; en este rango, la inclusión del residuo mejora la rigidez del concreto; sin embargo, cuando el porcentaje de residuo sigue aumentando, el MOE empieza a descender, a los niveles de 75% y 100% de sustitución, el MOE alcanza su punto más bajo con $242,077 \text{ kg/cm}^2$ en la mezcla sin arena.

A partir de estos resultados, se infiere que la combinación equilibrada de arena y residuo zarandeado de roca mejora el módulo de elasticidad del concreto, especialmente en mezclas diseñadas para resistencias más altas; sin embargo, cuando el residuo sustituye completamente a la arena, la rigidez del concreto se reduce considerablemente, lo que afecta su desempeño estructural.

Tabla 47

Módulo de Elasticidad del Concreto con Residuos Zarandeado de Roca

Triturada

% residuo zarandeado de roca	% arena	F'c diseño (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)
0	100	210	262,544.42
0	100	280	271,922.16
25	75	210	262,046.10
25	75	280	279,162.93
50	50	210	262,738.57
50	50	280	294,843.35
75	25	210	260,185.78
75	25	280	284,423.61
100	0	210	211,954.87
100	0	280	242,077.51

Figura 52

Módulo de Elasticidad del Concreto con Residuos Zarandeado de Roca

Triturada

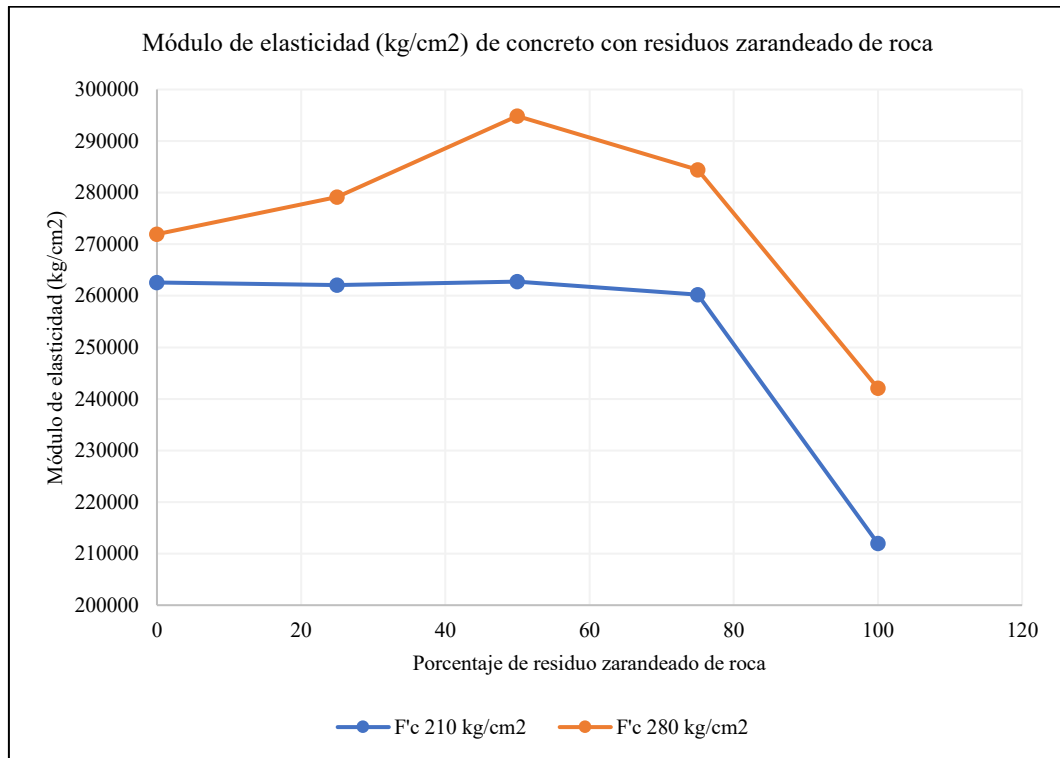


Tabla 48

Módulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con 0% de Residuos

Zarandeado de Roca Triturada

N°	Carga máxima (Kg-f) P	Deformación ΔD (mm)	Deformación unitaria ($\Delta D/D$)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)
1	52927.107	0.0344	0.0001141	295.63	259,188.02
2	53277.127	0.0345	0.0001143	297.59	260,401.32
3	53377.19	0.0346	0.0001145	298.14	260,390.61
4	53677.42	0.0346	0.0001147	299.82	261,354.55
5	53927.84	0.0347	0.0001149	301.22	262,072.74
6	54128.00	0.0348	0.0001152	302.34	262,544.42
7	54052.98	0.0348	0.0001154	301.92	261,682.10

Figura 53

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con 0% de

Residuos Zarandeado de Roca Triturada

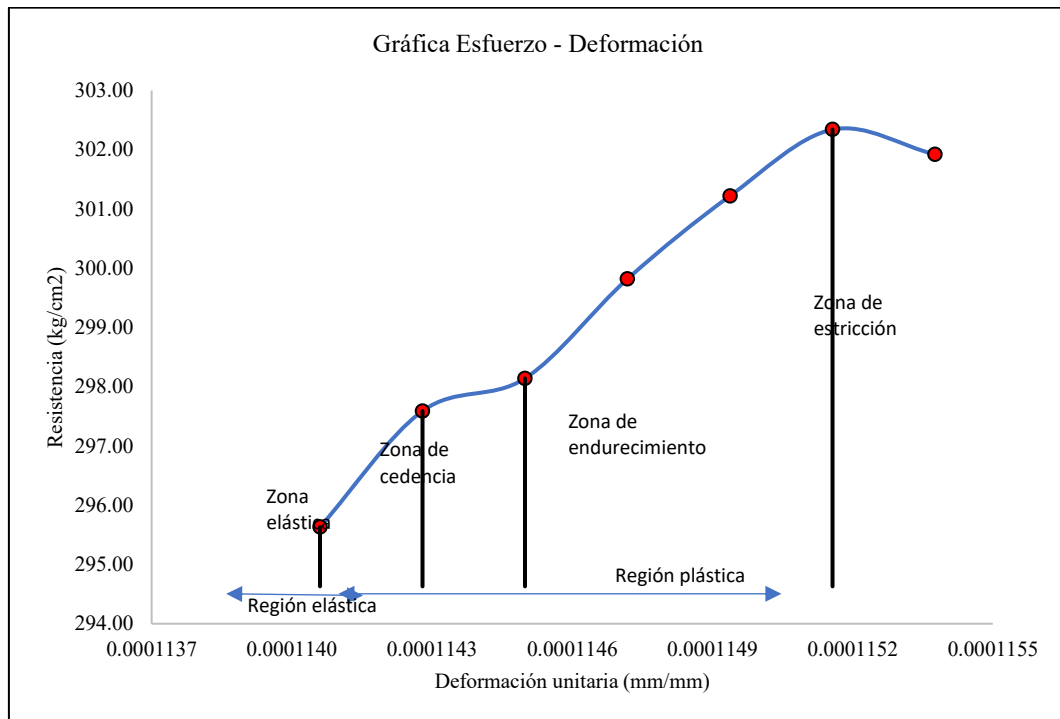


Tabla 49

Módulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 280 kg/cm² con 0% de Residuos

Zarandeado de Roca Triturada

N°	Carga máxima (Kg-f) P	Deformación ΔD (mm)	Deformación unitaria ($\Delta D/D$)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)
1	56035.107	0.0354	0.0001182	317.60	268,723.59
2	56385.127	0.0355	0.0001185	319.59	269,640.46
3	56485.19	0.0356	0.0001186	320.15	269,865.58
4	56785.42	0.0356	0.0001189	321.85	270,791.92
5	57035.84	0.0357	0.0001191	323.27	271,477.71
6	57236.00	0.0358	0.0001193	324.41	271,922.16
7	57160.98	0.0358	0.0001195	323.98	271,060.04

Figura 54

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 280 kg/cm² con 0% de

Residuos Zarandeado de Roca Triturada

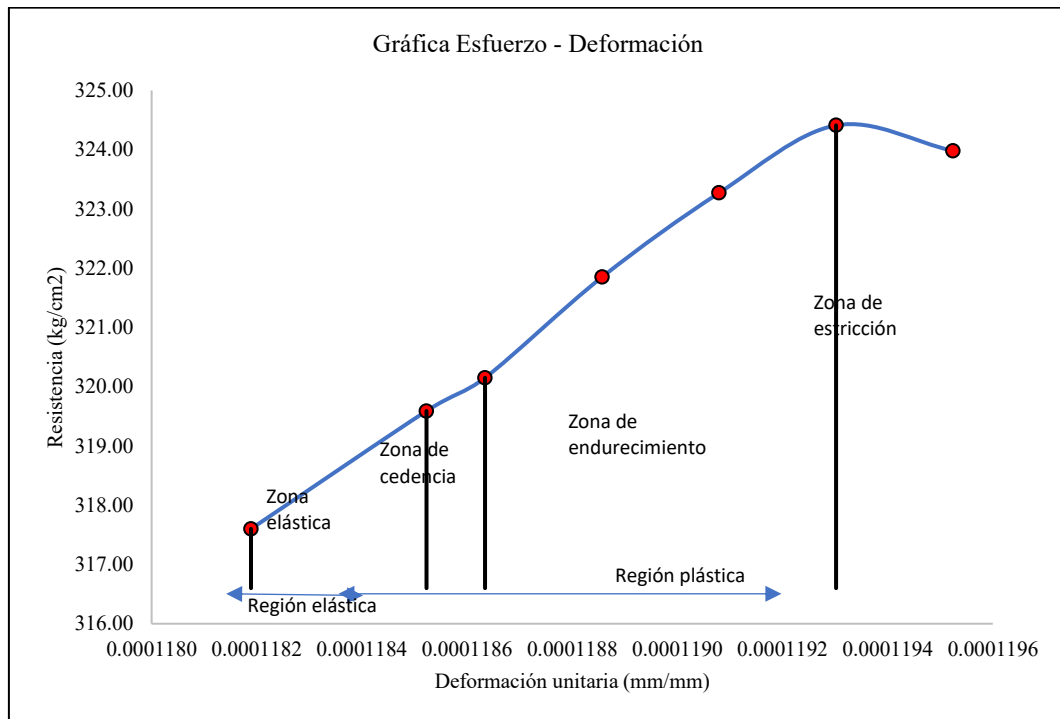


Tabla 50

Módulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con 25% de Residuos

Zarandeado de Roca Triturada

Nº	Carga máxima (Kg-f) P	Deformación ΔD (mm)	Deformación unitaria ($\Delta D/D$)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)
1	52567.107	0.0343	0.0001138	294.28	258,668.67
2	52917.127	0.0344	0.0001140	296.24	259,888.83
3	53017.19	0.0344	0.0001142	296.80	259,879.05
4	53317.42	0.0345	0.0001144	298.48	260,848.60
5	53567.84	0.0346	0.0001146	299.88	261,571.21
6	53768.00	0.0346	0.0001149	301.01	262,046.10
7	53692.98	0.0347	0.0001151	300.59	261,180.61

Figura 55

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con 25% de

Residuos Zarandeado de Roca Triturada

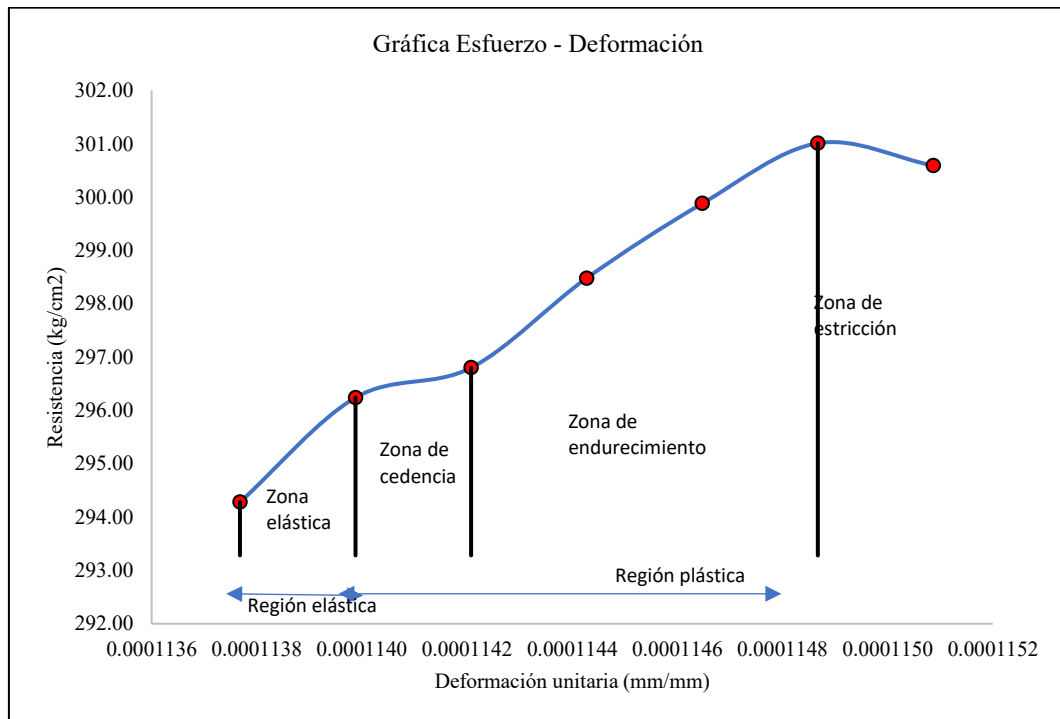


Tabla 51

Módulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 280 kg/cm² con 25% de Residuos

Zarandeado de Roca Triturada

N°	Carga máxima (Kg-f) P	Deformación ΔD (mm)	Deformación unitaria ($\Delta D/D$)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)
1	59542.107	0.0363	0.0001201	331.09	275,677.69
2	59892.127	0.0364	0.0001203	333.03	276,795.01
3	60092.19	0.0365	0.0001205	334.15	277,216.50
4	60392.42	0.0365	0.0001208	335.81	278,097.71
5	60642.84	0.0366	0.0001210	337.21	278,746.79
6	60843.00	0.0367	0.0001212	338.32	279,162.93
7	60767.98	0.0367	0.0001214	337.90	278,317.25

Figura 56

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 280 kg/cm² con 25% de

Residuos Zarandeado de Roca Triturada

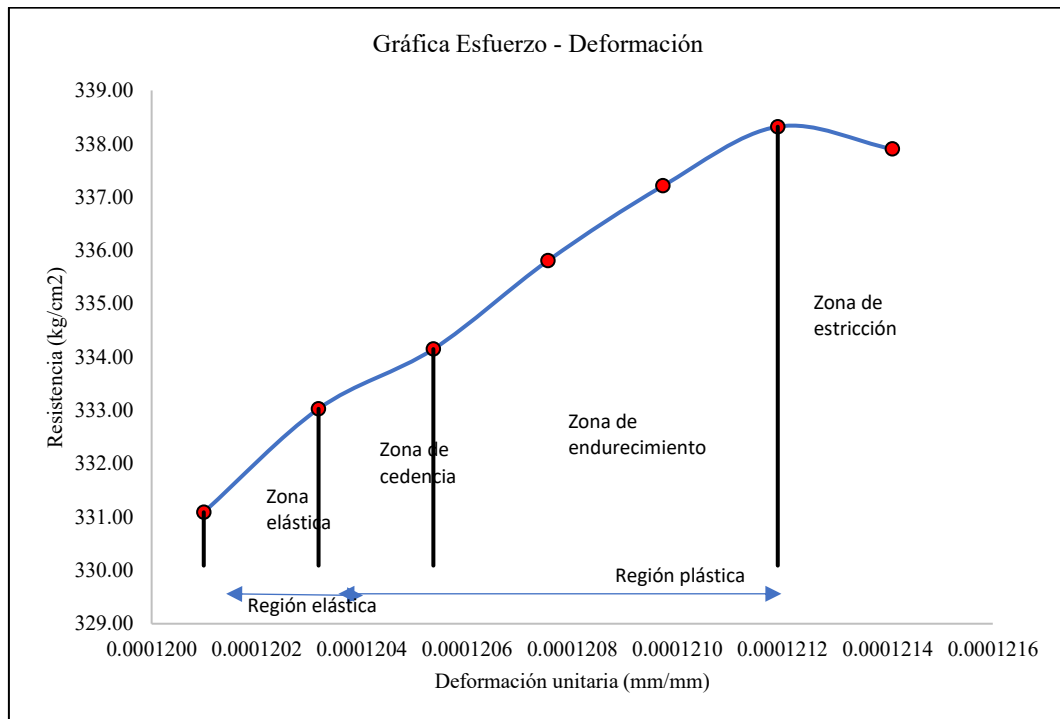


Tabla 52

Módulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con 50% de Residuos

Zarandeado de Roca Triturada

N°	Carga máxima (Kg-f) P	Deformación ΔD (mm)	Deformación unitaria ($\Delta D/D$)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)
1	51464.107	0.0335	0.0001106	285.83	258,371.85
2	51814.127	0.0336	0.0001110	287.77	259,354.90
3	52114.19	0.0337	0.0001113	289.44	260,082.81
4	52464.42	0.0338	0.0001116	291.38	261,056.03
5	52914.84	0.0339	0.0001119	293.89	262,520.57
6	53115.00	0.0340	0.0001123	295.00	262,738.57
7	53039.98	0.0341	0.0001126	294.58	261,598.07

Figura 57

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con 50% de

Residuos Zarandeado de Roca Triturada

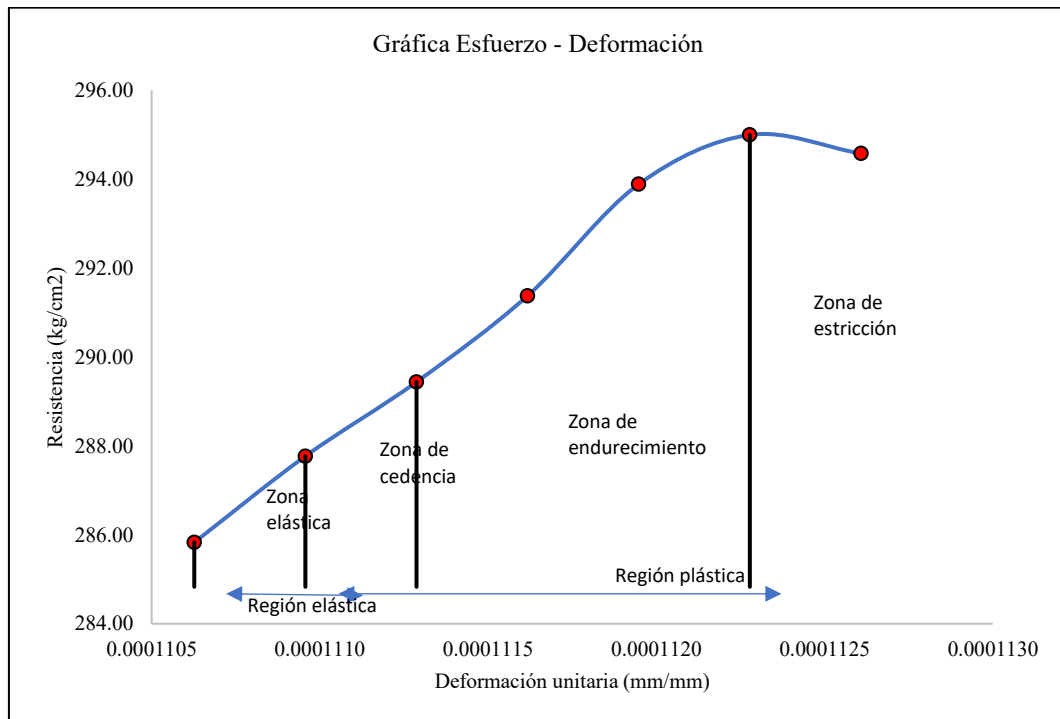


Tabla 53

Módulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 280 kg/cm² con 50% de Residuos

Zarandeado de Roca Triturada

N°	Carga máxima (Kg-f) P	Deformación ΔD (mm)	Deformación unitaria ($\Delta D/D$)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)
1	65899.107	0.0380	0.0001260	369.21	292,940.03
2	66249.127	0.0381	0.0001264	371.17	293,723.02
3	66449.19	0.0382	0.0001267	372.29	293,838.79
4	66749.42	0.0383	0.0001270	373.98	294,395.74
5	66999.84	0.0384	0.0001274	375.38	294,730.67
6	67200.00	0.0385	0.0001277	376.50	294,843.35
7	67124.98	0.0386	0.0001280	376.08	293,751.21

Figura 58

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 280 kg/cm² con 50% de

Residuos Zarandeado de Roca Triturada

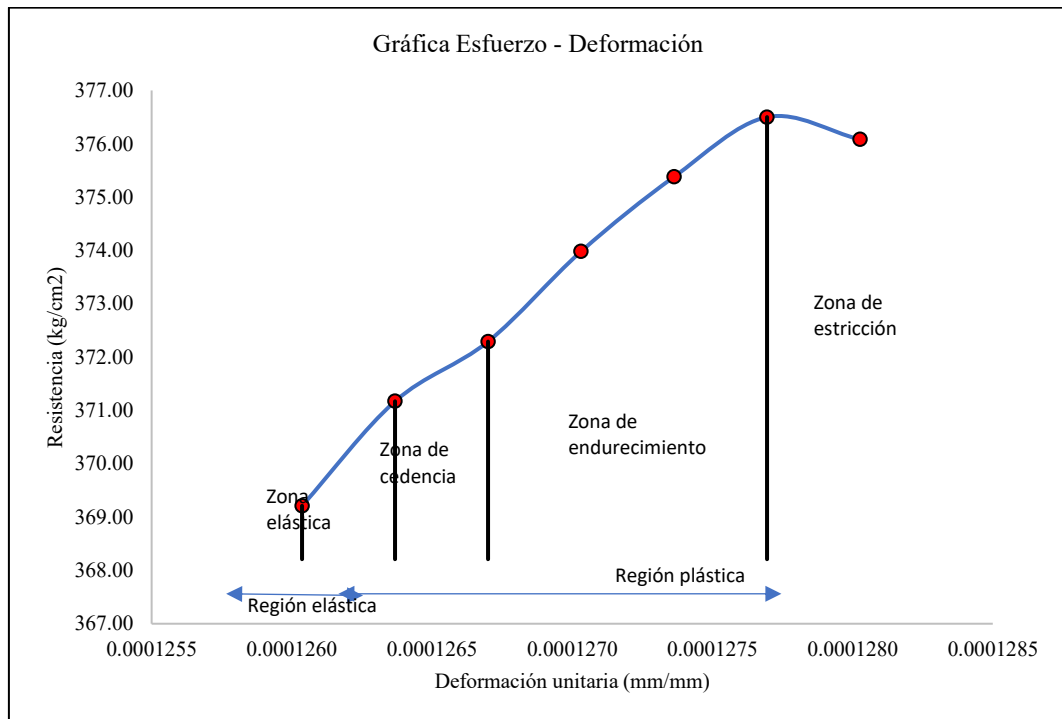


Tabla 54

Módulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con 75% de Residuos

Zarandeado de Roca Triturada

Nº	Carga máxima (Kg-f) P	Deformación ΔD (mm)	Deformación unitaria ($\Delta D/D$)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)
1	48649.107	0.0325	0.0001089	278.33	255,517.72
2	48999.127	0.0326	0.0001093	280.33	256,566.68
3	49299.19	0.0327	0.0001096	282.05	257,348.44
4	49649.42	0.0328	0.0001099	284.06	258,386.52
5	50099.84	0.0329	0.0001103	286.63	259,938.11
6	50300.00	0.0330	0.0001106	287.78	260,185.78
7	50224.98	0.0331	0.0001109	287.35	259,012.84

Figura 59

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con 75% de

Residuos Zarandeado de Roca Triturada

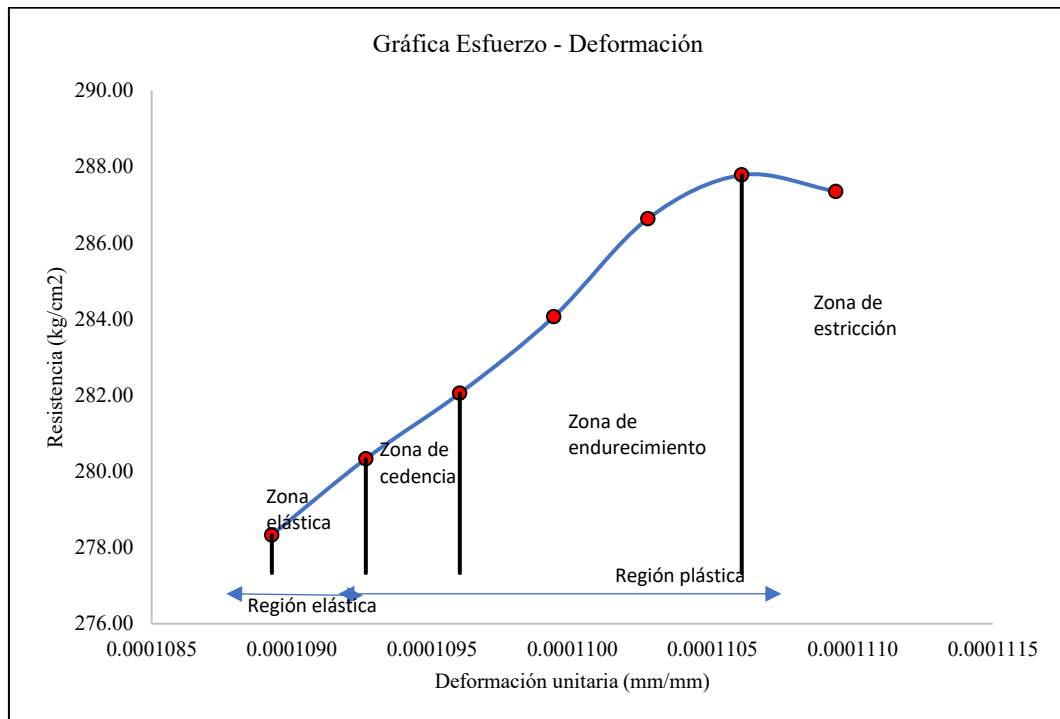


Tabla 55

Módulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 280 kg/cm² con 75% de Residuos

Zarandeado de Roca Triturada

Nº	Carga máxima (Kg-f) P	Deformación ΔD (mm)	Deformación unitaria ($\Delta D/D$)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)
1	60177.107	0.0360	0.0001194	336.93	282,271.85
2	60527.127	0.0361	0.0001197	338.89	283,127.22
3	60727.19	0.0362	0.0001200	340.01	283,278.35
4	61027.42	0.0363	0.0001204	341.69	283,894.62
5	61277.84	0.0364	0.0001207	343.09	284,276.42
6	61478.00	0.0365	0.0001210	344.21	284,423.61
7	61402.98	0.0366	0.0001214	343.79	283,300.37

Figura 60

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 280 kg/cm² con 75% de

Residuos Zarandeado de Roca Triturada

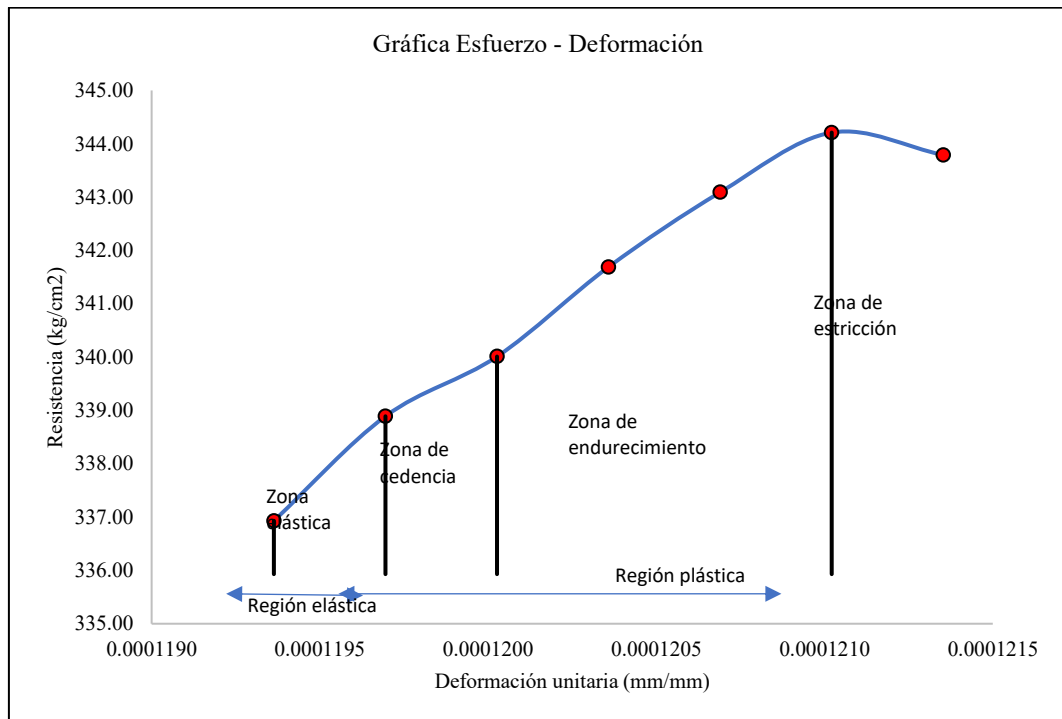


Tabla 56

Módulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con 100% de Residuos

Zarandeado de Roca Triturada

N°	Carga máxima (Kg-f) P	Deformación ΔD (mm)	Deformación unitaria ($\Delta D/D$)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)
1	32626.107	0.0270	0.0000902	185.24	205,482.47
2	32976.127	0.0271	0.0000905	187.23	206,920.56
3	33276.19	0.0272	0.0000908	188.93	208,035.75
4	33626.42	0.0273	0.0000912	190.92	209,455.26
5	34076.84	0.0274	0.0000915	193.48	211,486.20
6	34277.00	0.0275	0.0000918	194.62	211,954.87
7	34201.98	0.0276	0.0000922	194.19	210,724.70

Figura 61

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con 100% de

Residuos Zarandeado de Roca Triturada

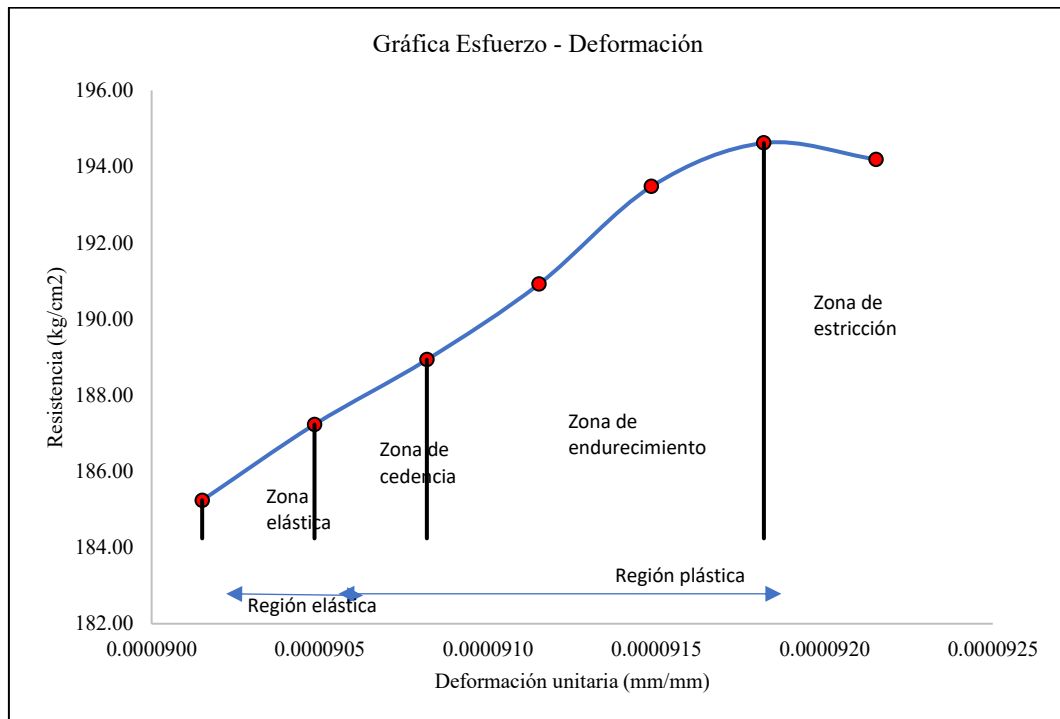


Tabla 57

Módulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 280 kg/cm² con 100% de Residuos

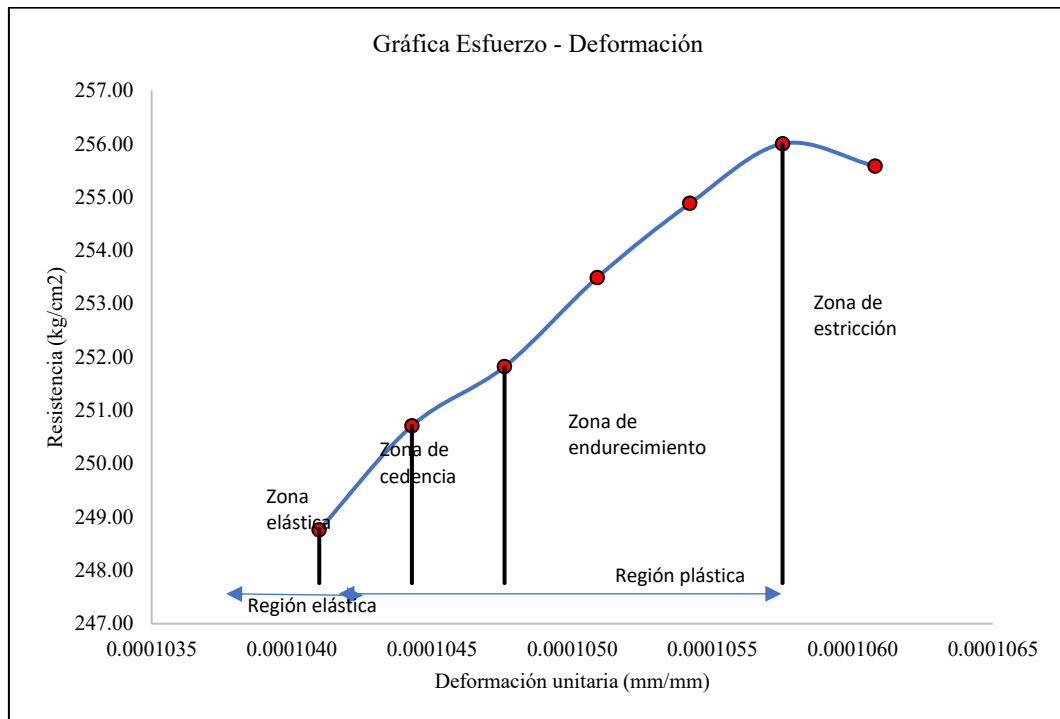
Zarandeado de Roca Triturada

Nº	Carga máxima (Kg-f) P	Deformación ΔD (mm)	Deformación unitaria ($\Delta D/D$)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)
1	44725.107	0.0315	0.0001041	248.76	238,969.25
2	45075.127	0.0316	0.0001044	250.71	240,077.28
3	45275.19	0.0317	0.0001048	251.82	240,382.14
4	45575.42	0.0318	0.0001051	253.49	241,215.24
5	45825.84	0.0319	0.0001054	254.88	241,780.31
6	46026.00	0.0320	0.0001058	256.00	242,077.51
7	45950.98	0.0321	0.0001061	255.58	240,930.03

Figura 62

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto $f'c$ 280 kg/cm² con 100% de

Residuos Zarandeado de Roca Triturada



4.2. Contrastación de hipótesis

a) Datos para el análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizaron los resultados mecánicos obtenidos en los ensayos de laboratorio de resistencia a compresión del concreto con diseños de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, evaluados a los 7, 14 y 28 días de curado. Estos resultados corresponden a diferentes porcentajes de residuo zarandeado de roca triturada utilizado como reemplazo parcial de la arena en la conformación del agregado fino empleado en las mezclas de concreto.

Tabla 58

Resistencias a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm² y $F'c$ 280 kg/cm² de Acuerdo al Porcentaje de Residuo Zarandeado de Roca Triturada

Edad (días)	F'c diseño	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo al porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada				
		0%	25%	50%	75%	100%
7	210	175	217	223	253	166
7	210	178	235	232	249	173
7	210	183	224	222	238	162
14	210	204	264	262	259	169
14	210	228	254	261	261	193
14	210	250	263	261	265	179
28	210	302	287	293	308	191
28	210	292	301	295	286	195
28	210	280	280	281	288	193
7	280	196	227	226	264	216
7	280	237	240	300	262	213
7	280	203	231	218	271	216
14	280	313	312	303	289	250
14	280	322	304	306	288	255
14	280	303	303	314	288	239
28	280	353	341	341	344	256
28	280	324	317	352	372	252
28	280	327	338	377	329	285

b) Criterio de evaluación estadística

Con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$), se acepta la hipótesis alternativa (H1) y se rechaza la hipótesis nula (H0) si el valor de probabilidad (p) es menor a 0.05. Por el contrario, si el valor p es mayor a 0.05, se acepta H0 y se rechaza H1.

c) Prueba de normalidad

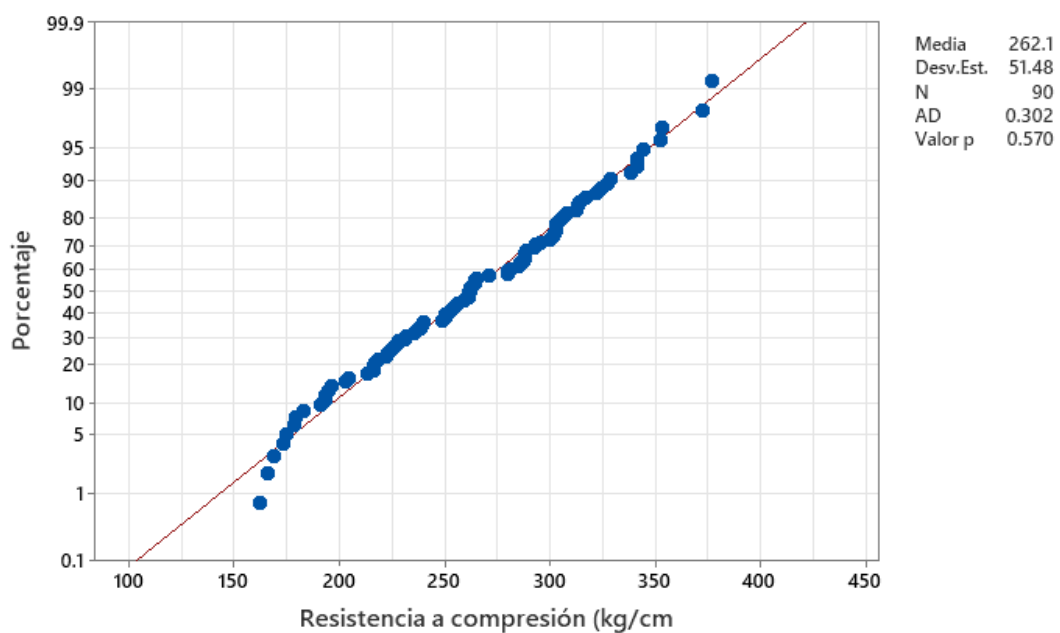
En el programa Minitab 22, se realizó la prueba de normalidad por el método de Anderson-Darling, lo que permitió determinar que los datos presentan una distribución normal. Esta inferencia se basó en que el valor p obtenido fue mayor a 0.05, lo que llevó a aceptar la hipótesis nula (H0), que establece que los datos siguen una tendencia normal. Dado este resultado, se procedió a aplicar pruebas estadísticas paramétricas, ya que estas requieren que los datos cumplan con el supuesto de normalidad para garantizar la validez de los análisis.

H0: No se puede afirmar que los datos no sigan tendencia normal.

H1: Se puede afirmar que los datos no siguen tendencia normal.

Figura 63

Prueba de Normalidad de la Resistencia a Compresión



d) Hipótesis general

La hipótesis general de la investigación fue:

- Ho: La sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) no mejora significativamente la resistencia a compresión del concreto elaborado con arena de la cantera Conchán en Chota.
- H1: La sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) mejora significativamente la resistencia a compresión del concreto elaborado con arena de la cantera Conchán en Chota.

En el programa Minitab 22, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para comprobar si se aceptaba o rechazaba la hipótesis de estudio. Esta prueba se aplicó con el objetivo de verificar si existían diferencias significativas en las medias de resistencia a compresión del concreto según el porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada utilizado. Los resultados mostraron un valor p menor a 0.05, lo que llevó a aceptar la hipótesis alternativa (H1). Esto permitió inferir que la resistencia a compresión del concreto varía significativamente en función del porcentaje de residuo zarandeado de roca triturada, el tiempo de curado y el diseño de resistencia (F’c) considerado.

Tabla 59

Información de los Factores de Estudio en el Análisis ANOVA

Factor	Tipo Niveles		Valores
Edad (días)	Fijo	3	7; 14; 28
Fc de diseño	Fijo	2	210; 280
% de residuo zarandeado de roca	Fijo	5	0.00%; 25.00%; 50.00%; 75.00%; 100.00%

Tabla 60*Análisis de Varianza ANOVA de la Resistencia a Compresión del Concreto*

H1: Todas las medias son diferentes.

Ho: Todas las medias son iguales.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Edad (días)	2	90962	45480.9	110.42	0.000
Fc de diseño	1	46331	46330.7	112.48	0.000
% de residuo zarandeado de roca	4	64808	16202.0	39.33	0.000
Error	82	33776	411.9		
Falta de ajuste	22	22265	1012.0	5.28	0.000
Error puro	60	11511	191.8		
Total	89	235876			

Nota: valor p mayor a 0.05 se acepta Ho, valor p menor a 0.05 se acepta H1.

A continuación, se aplicó la prueba t-student pareada con el propósito de comparar la resistencia a compresión del concreto convencional sin residuo zarandeado de roca triturada (μ_2) con la de cada mezcla que contenía 25%, 50%, 75% y 100% de residuo (μ_1). La hipótesis planteada verificó si μ_1 era mayor que μ_2 . Este análisis se realizó tanto de manera general (considerando todas las mezclas) como por separado para cada diseño de resistencia (210 kg/cm² y 280kg/cm²). Los resultados mostraron que, en promedio, las mezclas con 25%, 50% y 75% de residuo zarandeado superaron la resistencia a compresión del concreto base (0% de residuo), ya que el valor p obtenido fue menor a 0.05, lo que llevó a aceptar la hipótesis alternativa (H1). Por el contrario, para la mezcla con 100% de residuo zarandeado, el valor p fue mayor a 0.05, indicando que la resistencia a compresión del concreto base (0% de residuo) es superior a la del concreto con 100% de material residual como agregado fino.

Tabla 61

Prueba t-student Pareada para la Resistencia a Compresión del Concreto de Manera General ($F'c$ 210 kg/cm² y $F'c$ 280 kg/cm²)

Hipótesis nula: $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0, \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alterna: $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0, \mu_1 > \mu_2$

μ_1	μ_2	Valor T	Valor p
Concreto 25% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	2.62	0.009
Concreto 50% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	3.57	0.001
Concreto 75% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	2.92	0.005
Concreto 100% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	-5.26	1.00

Nota: valor p mayor a 0.05 se acepta H_0 , valor p menor a 0.05 se acepta H_1 .

Tabla 62

Prueba t-student Pareada para la Resistencia a Compresión del Concreto $F'c$ 210 kg/cm²

Hipótesis nula: $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0, \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alterna: $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0, \mu_1 > \mu_2$

μ_1	μ_2	Valor T	Valor p
Concreto 25% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	2.99	0.009
Concreto 50% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	3.14	0.007
Concreto 75% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	3.41	0.005
Concreto 100% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	-3.94	0.998

Nota: valor p mayor a 0.05 se acepta H_0 , valor p menor a 0.05 se acepta H_1 .

Tabla 63

Prueba t-student Pareada para la Resistencia a Compresión del Concreto F'c
280 kg/cm²

Hipótesis nula: $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0, \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alterna: $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0, \mu_1 > \mu_2$

μ_1	μ_2	Valor T	Valor p
Concreto 25% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	0.69	0.025
Concreto 50% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	1.91	0.047
Concreto 75% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	1.09	0.053
Concreto 100% de residuo zarandeado de roca	Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	-3.32	0.995

Nota: valor p mayor a 0.05 se acepta H_0 , valor p menor a 0.05 se acepta H_1 .

Con base en estos resultados, se concluye que la hipótesis alternativa (H_1), que plantea que “La sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada mejora significativamente la resistencia a compresión del concreto elaborado con arena de la cantera Conchán en Chota”, es válida, pero únicamente para porcentajes de sustitución de hasta el 75%. Más allá de este límite, el uso exclusivo del material residual como agregado fino no logra igualar la resistencia del concreto convencional.

e) Hipótesis específica

Como hipótesis específica se buscó verificar si el concreto producido con 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de residuo zarandeado de roca triturada superaba significativamente el F'c de diseño, por ello, en el programa Minitab 22, se aplicó la prueba estadística t-student de 1 muestra para cada tipo de concreto, determinando que, todos superaban las resistencias de diseño a excepción del concreto con 100% de residuo zarandeado de roca triturada, que no lograba

alcanzar la resistencia esperada. Siendo así, todos los demás concretos se pueden aplicar a la construcción en Chota a excepción del concreto que trabaje con 100% de residuo zarandeado de roca triturada como agregado fino.

Tabla 64

Prueba t-student para Resistencia a Compresión del Concreto F'c 210 kg/cm² a los 28 Días

Hipótesis nula: H₀: $\mu = 210 \text{ kg/cm}^2$

Hipótesis alterna: H₁: $\mu > 210 \text{ kg/cm}^2$

Muestra	Media	Valor T	Valor p
Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	291.33	12.79	0.003
Concreto 25% de residuo zarandeado de roca	289.33	12.85	0.003
Concreto 50% de residuo zarandeado de roca	289.67	18.22	0.001
Concreto 75% de residuo zarandeado de roca	294.00	11.96	0.003
Concreto 100% de residuo zarandeado de roca	193.00	-14.72	0.998

Nota: valor p mayor a 0.05 se acepta H₀, valor p menor a 0.05 se acepta H₁.

Tabla 65

Prueba t-student para Resistencia a Compresión del Concreto F'c 280 kg/cm² a los 28 Días

Hipótesis nula: H₀: $\mu = 280 \text{ kg/cm}^2$

Hipótesis alterna: H₁: $\mu > 280 \text{ kg/cm}^2$

Muestra	Media	Valor T	Valor p
Concreto 0% de residuo zarandeado de roca	334.67	5.94	0.014
Concreto 25% de residuo zarandeado de roca	332.00	6.98	0.010
Concreto 50% de residuo zarandeado de roca	356.70	7.20	0.009
Concreto 75% de residuo zarandeado de roca	348.30	5.42	0.016
Concreto 100% de residuo zarandeado de roca	264.30	-1.51	0.865

Nota: valor p mayor a 0.05 se acepta H₀, valor p menor a 0.05 se acepta H₁.

f) Correlaciones

Además de la verificación de las hipótesis se ha determinado la correlación entre los parámetros de estudio a través del coeficiente de Pearson en el programa Minitab 22, determinando que, el porcentaje de residuo se relaciona fuertemente con la humedad (-0.835), el módulo de finura MF (0.989), el peso específico de masa Pem (-0.806), el peso unitario suelto PUS (-0.755) y el peso unitario compactado PUC del agregado fino (0.96). Esto es coherente debido a que, para formar el agregado fino se ha combinado la arena con los residuos zarandeados de roca triturada, en porcentajes de sustitución del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, por ello, a mayor porcentaje de residuos zarandeados de roca triturada en el agregado fino este alcanza menor humedad, mayor módulo de finura, menor peso específico de masa, menor peso unitario suelto y mayor peso unitario compactado. No obstante, lo realmente importante fue la verificación de aquellas propiedades del agregado fino que influían significativamente en la resistencia a compresión del concreto, determinando con un coeficiente de correlación de Pearson moderado de 0.449 y 0.478 que eran la humedad y el PUS.

Figura 64

Correlograma entre Resistencia del Concreto y Propiedades del Agregado

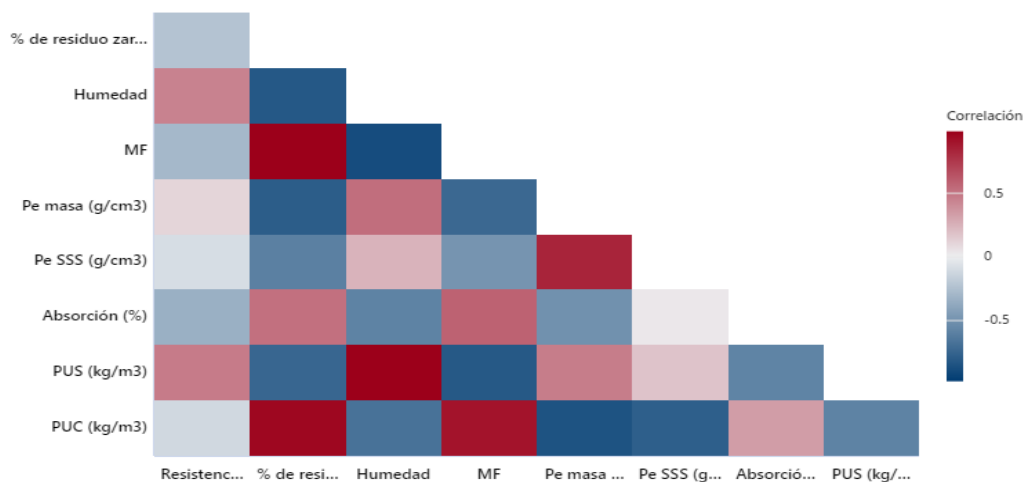


Tabla 66

Coefficientes de Correlación de Pearson entre la Resistencia a Compresión del Concreto y las Propiedades Físicas del Agregado Fino de Acuerdo al Porcentaje de Remplazo de la Arena por Residuos Zarandeados de Roca Triturada

Correlaciones	% de residuo zarandeado de roca triturada	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Humedad	MF	Pe masa (g/cm ³)	Pe SSS (g/cm ³)	Absorción (%)	PUS (kg/m ³)
% de residuo zarandeado de roca								
Resistencia a compresión (kg/cm ²)	-0.239							
Humedad	-0.835	0.449						
MF	0.989	-0.3	-0.899					
Pe masa (g/cm ³)	-0.806	0.105	0.533	-0.743				
Pe SSS (g/cm ³)	-0.611	-0.095	0.247	-0.499	0.841			
Absorción (%)	0.522	-0.347	-0.597	0.583	-0.517	0.029		
PUS (kg/m ³)	-0.755	0.478	0.990	-0.831	0.471	0.178	-0.592	
PUC (kg/m ³)	0.96	-0.123	-0.688	0.91	-0.864	-0.796	0.336	-0.596

4.3. **Discusión de resultados**

De acuerdo a las propiedades físicas del agregado fino se ha verificado la compatibilidad del residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes de Colpatuapampa como sustituto parcial de la arena de la cantera Conchán. Los resultados muestran que el análisis granulométrico de ambos materiales presentó desviaciones respecto al huso normativo establecido en la NTP 400.037 (INACAL, 2021). La arena natural de la cantera Conchán se clasificó como demasiado fina, con valores superiores al límite normativo en los tamices #16, #30 y #50, mientras que el residuo zarandeado se consideró demasiado grueso, con valores por debajo del límite inferior en los tamices #8, #16 y #30. Estos hallazgos son consistentes con Ferreira et al. (2024), quienes también encontraron que tanto la arena como los residuos de piedra podían cumplir funciones complementarias al combinarse, optimizando la gradación en mezclas de mortero.

En cuanto al módulo de finura, el incremento progresivo observado con la adición de residuo zarandeado, desde 2.04 (sin reemplazo) hasta 3.92 (100% de residuo), indica que la mezcla se vuelve más gruesa a medida que aumenta el contenido de residuo. Este comportamiento es similar al reportado por Ferreira et al. (2024) quienes determinaron que el módulo de finura variaba desde 1.96 (sin reemplazo) hasta 2.90 (100% de residuo). Pero también concuerda con Priya et al. (2024) quienes determinaron que el módulo de finura de la arena y residuos de piedra era respectivamente 2.78 y 2.80, y con Miranda et al. (2024), quienes encontraron que los residuos de polvo de piedra presentaban una granulometría y módulo de finura cercanos a los de la arena convencional, permitiendo una sustitución parcial con resultados favorables en resistencia a compresión. No obstante, el módulo de finura de 3.92 supera el rango normativo de 2.30 a 3.10

dado en la NTP 400.037 (INACAL, 2021), lo que indica que el uso exclusivo del residuo puede comprometer la trabajabilidad del concreto, un fenómeno también señalado por Nirupama & Ganta (2024) al estudiar residuos con propiedades granulométricas extremas.

Respecto a otras propiedades físicas, el contenido de humedad disminuyó con el aumento del residuo zarandeado, pasando de 3.45% para la arena natural a 1.35% para el agregado fino conformado por 100% de residuos zarandeados de roca triturada, debido a la menor capacidad de retención de agua del material, esto concuerda con Rafael & Tapia (2023) cuya humedad de la arena era 2.35%, pero la humedad de los residuos de polvo de piedra era de tan solo 0.43%. Esta diferencia hace evidente que, el material residual presenta menor cantidad de agua en su matriz y que al estar en contacto con la arena, que es un agregado más húmedo, genera que, este pierda su humedad llevando a su disminución progresiva. Esto lleva, a que se requiera mayor cantidad de agua para la formación de mezclas de concreto con residuos zarandeados de roca triturada según argumenta Navarro & Navarro (2021) y Mohammed et al. (2024).

La absorción de la arena de Conchán por sí sola es de tan solo el 1%, siendo exactamente igual al de la arena de la cantera “Chotorco Oxamarca” de Celendín estudiada por Ramirez (2023), esta concordancia se puede dar debido a que, ambas canteras están ubicadas en la región de Cajamarca; no obstante, este porcentaje es superior a la absorción de la arena estudiada por Ferreira et al. (2024) en Brasil, que tan solo alcanzaba 0.072% de absorción, esta diferencia se debe a que, el material granular de cada localidad presenta sus propias características físicas incididas por las condiciones geológicas, topográficas y climáticas de cada zona. Por otro lado, la absorción aumentó ligeramente con mayores porcentajes

de residuo, alcanzando un 1.3% al 100% de sustitución, valor cercano al reportado por Priya et al. (2024) en residuos similares, quienes encontraron absorciones de hasta 4.17% sin afectar significativamente las propiedades mecánicas del concreto. A pesar del aumento en la absorción, los porcentajes son similares entre la arena y los residuos zarandeados de roca triturada con diferencia de apenas 0.3%, lo que concuerda con Jamal & Meyyappan (2024) donde, la absorción entre la arena y residuos de roca era de tan solo 0.8%.

En cuanto al peso específico aparente, los resultados fueron estables, lo que coincide con los estudios de Jamal & Meyyappan (2024), quienes concluyeron que el peso específico de los residuos de roca es comparable al de la arena convencional, favoreciendo su compatibilidad como agregado fino. El peso específico satura superficialmente seco (SSS) en la arena fue 2.597 g/cm³, pero para los residuos zarandeados de roca triturada fue 2.571 g/cm³, lo que muestra una disminución tal como, en el estudio de Priya et al. (2024) donde el peso específico del residuo fue 0.27 g/cm³ inferior que el de la arena; no obstante, esta reducción no fue progresiva es decir para las combinaciones de arena con residuos zarandeados de roca triturada los resultados del peso específico SSS cambiaron indistintamente. Los pesos específicos SSS obtenidos por las diferentes combinaciones de arena con residuos zarandeados de roca triturada fueron similares a los valores (2.602 g/cm³) obtenido por Ferreira et al. (2024).

Por último, los pesos unitarios sueltos y compactados mostraron tendencias inversas: mientras el peso suelto disminuyó con el aumento del residuo zarandeado, el peso compactado aumentó, lo que sugiere una mayor compactabilidad del material residual. Este comportamiento ha sido documentado por Olivera (2024), quien observó que las propiedades de compactación de los

residuos de piedra chancada mejoraban la densidad y la trabajabilidad de las mezclas de concreto con sustituciones parciales. El peso unitario suelto de la arena fue 1480 kg/m³ y de los residuos zarandeados de roca triturada fue 1425 kg/m³, esos pesos unitarios concuerdan con Ramirez (2023) quien determinó que, el peso unitario suelto del agregado fino era 1426.85 kg/m³, no obstante, Ramirez estudio la arena de tarrajeo, arena bastante fina, lo que, evidenciaría que la arena de Conchán es un agregado bastante fino en contraste con otras arenas que tienen mayor peso unitario. Por otro lado, el peso unitario compactado de la arena fue 1572 kg/m³ y de los residuos zarandeados de roca triturada fue 1682 kg/m³, concordando con Ferreira et al. (2024) cuyo peso unitario compactado de la arena era de 1621 kg/m³, y con Priya et al. (2024) cuya arena alcanzó peso unitario suelto y compactado de 1385 y 1554 kg/m³.

Por tanto, los resultados confirman que el residuo zarandeado de roca triturada puede ser utilizado como sustituto parcial de la arena, con proporciones adecuadas que permitan equilibrar las propiedades físicas del agregado fino. Aunque ambos materiales presentan desviaciones respecto a la gradación normativa por sí solos, Atencio & Nieto (2022) coinciden en que la capacidad mecánica del concreto puede verificarse experimentalmente, validando su uso en mezclas de concreto estructural, además de que, en conjunto cumplen con los lineamientos normativos de la NTP 400.037 (INACAL, 2021).

La investigación determinó la resistencia a compresión del concreto con diseños de $f'c$ 210 kg/cm y $f'c$ 280 kg/cm², evaluando los efectos de sustituir parcialmente la arena por residuo zarandeado de roca triturada en proporciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. Los resultados muestran que las proporciones intermedias (25%, 50% y 75%) superaron las resistencias de diseño a los 28 días

en ambos niveles de concreto, mientras que la mezcla con 100% de residuo mostró un desempeño inferior, quedando por debajo del $f'c$ esperado. Estos hallazgos son consistentes con Miranda et al. (2024), quienes reportaron que sustituciones parciales del 20% y 50% de arena por polvo de piedra lograron resistencias superiores a las del concreto convencional, pero el 100% de sustitución resultó en una pérdida significativa de resistencia.

En el concreto de $f'c$ 210 kg/cm², las proporciones del 25%, 50% y 75% lograron resistencias finales de hasta 294 kg/cm², representando un incremento del 40% sobre el diseño. Esto coincide con Acuña (2024), quien observó que residuos de piedra chancada mejoraban significativamente la resistencia a compresión cuando se usaban hasta niveles intermedios de sustitución. Por el contrario, la mezcla con 100% de residuo alcanzó solo 193 kg/cm² (92% del diseño), mostrando su insuficiencia como reemplazo total, un comportamiento similar al señalado por Ramirez (2023) al sustituir el agregado fino por arena de tarrajeo, donde porcentajes altos comprometieron la resistencia.

A los 7 días, el concreto $f'c$ 210 kg/cm² con proporciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de residuos zarandeados de roca triturada alcanzó 178.67, 225.53, 225.67, 246.67 y 167 kg/cm², respectivamente, por lo que, en todos los casos se obtuvo resistencias a compresión superiores al 65% del $f'c$ esperado, lo que, resalta su capacidad mecánica, a pesar de que, la mezcla con 100% de residuos zarandeados de roca triturada presentase menor resistencia que, las dosificaciones con mezclas combinadas de arena y residuos de roca; esto concuerda con Nirupama & Ganta (2024) cuyo concreto a los 7 días alcanzaba 178.55, 188.95, 18, 187.22 y 195.79 kg/cm² para las mezclas con 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de residuos de piedra. A los 14 días, el concreto $f'c$ 210 kg/cm² con

proporciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% alcanzó equitativamente 227.33, 260.33, 216.33, 261.67 y 180.33 kg/cm²; por ello, en este caso todas las mezcla a excepción de aquella producida con 100% de residuo zarandeado de roca triturada supera el 90% del f^c de diseño, no obstante, cabe recalcar que las demás dosificaciones a los 14 días cumplen y superan la resistencia a compresión esperada, concordando con Mohammed et al. (2024) que obtuvo resistencias a compresión de 224.34 kg/cm² a 265.13 kg/cm². Mientras que, a los 28 días, el concreto f^c 210 kg/cm² con proporciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% alcanzó 291.33, 289.33, 289.67, 294 y 193 kg/cm², respectivamente; siendo así, todas las mezclas de concreto a excepción de la mezcla con 100% de residuo zarandeado de roca triturada cumplen el f^c esperado, tal como, en el estudio de Miranda et al. (2024), aunque estos alcanzaron resistencias a compresión superiores pues su diseño de mezcla base fue de 30 MPa. Pero supera, la resistencia a compresión a los 28 días que alcanza el concreto elaborado por Nirupama & Ganta (2024) con hasta 40% de residuos de piedra de Bethamcherla, cuya capacidad máxima fue de 228.82 kg/cm², sin embargo, concuerdan en que, el uso de estos residuos aumenta en hasta el 10% la resistencia a compresión del concreto base.

Para el concreto de f^c 280 kg/cm², las proporciones intermedias también demostraron ser óptimas, alcanzando resistencias de hasta 356 kg/cm² (127% del diseño). Este rendimiento respalda los hallazgos de Mohammed et al. (2024), quienes observaron que la incorporación de residuos de piedra en niveles moderados mejoraba las propiedades mecánicas del concreto. Sin embargo, el concreto con 100% de residuo quedó en 264 kg/cm² (94% del diseño), lo que indica que esta proporción no es adecuada para concretos de alta resistencia.

En términos de evolución temporal, a los 7 días, las proporciones de 25%, 50% y 75% superaron el 65% del $f'c$, mientras que el 100% de residuo quedó rezagado. A los 14 días, estas mismas proporciones mantuvieron un desempeño favorable, aunque en el diseño de $f'c$ 280 kg/cm², mostraron una disminución progresiva en comparación con el concreto base, evidenciando una ganancia de resistencia más lenta, como también lo reportaron Ferreira et al. (2024) en morteros con residuos de piedra. Finalmente, a los 28 días, las mezclas con 25%, 50% y 75% superaron ampliamente las expectativas normativas, mientras que la mezcla con 100% de residuo quedó significativamente por debajo en ambos niveles de diseño.

A los 28 días, el concreto $f'c$ 280 kg/cm² con proporciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% alcanzó 334.67, 332.00, 356.67, 348.33 y 264.33 kg/cm², respectivamente; siendo similares a las resistencias alcanzadas por el concreto elaborado por Miranda et al. (2024) que con 0%, 20%, 50% y 100% de polvo de piedra en remplazo de arena, obtuvieron 306.53, 335.89, 314.89 y 213.94 kg/cm², respectivamente. E incluso los resultados son superiores a los del concreto producido por Priya et al. (2024) que al remplazar el agregado fino por polvo de piedra obtuvo la mayor resistencia a compresión de 329.57 kg/cm² para la mezcla con 30% de polvo de piedra, y que, Atencio & Nieto (2022) quienes al utilizar residuos de la trituración de roca obtuvieron concreto de 325.29 kg/cm².

Las dosificaciones adecuadas de residuos zarandeados de roca triturada para la producción de concreto $f'c$ 210 kg/cm² y $f'c$ 280 kg/cm², son respectivamente 75% y 50%, lo que concuerda con Olivera (2024) quien, determinó en su investigación que el concreto $f'c$ 280 kg/cm², mejora sus propiedades mecánicas al sustituir hasta el 60% de la arena por escoria de piedra.

Siendo así, se resalta que, el uso parcial de los residuos zarandeados de roca triturada permite obtener concreto de mayor capacidad mecánica, sin embargo, el concreto base también cumple con su capacidad mecánica, por lo que el uso de uno u otro tipo de concreto queda supeditado al criterio del proyectista y los requisitos técnicos del proyecto de construcción según expresa Rubio (2024).

Por tanto, los resultados confirman que la sustitución parcial de arena por residuo zarandeado de roca triturada mejora significativamente la resistencia a compresión del concreto en proporciones intermedias (25%-75%). Sin embargo, el uso exclusivo del residuo como agregado fino no garantiza un desempeño estructural adecuado, restringiendo su aplicación a niveles parciales. Estos hallazgos son consistentes con otros estudios (de Miranda et al., 2024; Jamal & Meyyappan, 2024; Nirupama & Ganta, 2024) que destacan el beneficio de residuos de roca triturada como complemento, pero no como sustituto total del agregado fino.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se concluyó que la sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) es una alternativa viable para mejorar la resistencia a compresión del concreto elaborado con materiales de la cantera Conchán en Chota. Siendo las conclusiones específicas:

- 1) El residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes es compatible como sustituto parcial del agregado fino de la cantera Conchán en la producción de concreto. Aunque ambos materiales por sí solos no cumplen completamente el huso granulométrico de la NTP 400.037, su combinación mejora propiedades clave, como el módulo de finura, siendo 2.04, 2.33, 2.85, 3.2 y 3.92 para el agregado fino con 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de residuos de roca; la humedad, siendo 3.45%, 3.22%, 3.01%, 3.01% y 1.35% para el agregado fino con 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de residuos de roca; el peso específico SSS, siendo 2.597, 2.564, 2.577, 2.558 y 2.571 g/cm³ para el agregado fino con 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de residuos de roca; y el peso unitario compactado siendo 1572, 1626, 1643, 1677 y 1682 kg/m³ para el agregado fino con 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de residuos de roca.
- 2) La resistencia a compresión del concreto, tanto para $f'c$ 210 kg/cm² y $f'c$ 280 kg/cm², mejoró significativamente con la incorporación parcial de residuo zarandeado de roca triturada en proporciones del 25%, 50% y 75%; estas dosificaciones superaron ampliamente las resistencias de diseño a los 28 días, alcanzando valores de hasta 294 kg/cm² para $f'c$ 210 kg/cm² (con 75% de residuos de roca) y 356 kg/cm² para $f'c$ 280 kg/cm² (con 50% de residuos de

roca); sin embargo, la mezcla con 100% de residuo presentó un desempeño inferior en ambas categorías, logrando resistencias por debajo de los valores de diseño, con un máximo de 193 kg/cm² y 264 kg/cm², respectivamente, lo que demuestra su ineficiencia como único agregado fino. El módulo de elasticidad del concreto $f'c$ de 280 kg/cm² alcanza su máximo (294,843 kg/cm²) con 50% de residuo, pero, con 100% de residuo, decrece a 211,955 kg/cm² ($f'c$ 210) y 242,077 kg/cm² ($f'c$ 280), evidenciando pérdida de rigidez.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

Se recomienda sustituir parcialmente el agregado fino natural por residuo zarandeado de roca triturada en proporciones del 25% al 75%, ya que en este rango se mejoran propiedades como el módulo de finura (hasta 3.2 con 75%), el peso unitario compactado (hasta 1677 kg/m³ con 75%), y la humedad. Pero, también se sugiere realizar estudios adicionales para explorar posibles combinaciones del residuo zarandeado de roca triturada con otros materiales complementarios como cenizas volantes, escoria de metal, fibras de acero, fibras de vidrio, de polipropileno, etc. que optimicen aún más las propiedades físicas del agregado fino.

Se recomienda emplear residuos de roca triturada en proporciones de 25%, 50% y 75% o en un rango de 25% hasta un 75% como sustituto parcial de arena, ya que se superaron las resistencias de diseño: 294 kg/cm² ($f'c$ 210) con 75% de residuo y 356 kg/cm² ($f'c$ 280) con 50% de residuo. El módulo de elasticidad máximo fue 294,843 kg/cm² con 50% de residuo. No se recomienda el uso del 100% de residuo, ya que reduce la resistencia (193 y 264 kg/cm²) y la rigidez del concreto. Se sugiere su aplicación en obras locales, promoviendo capacitaciones y normativa técnica que respalde su uso sostenible.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

- Aceros Arequipa. (2020). *Construye Seguro: Manual para proyectos*. Aceros Arequipa. <https://doi.org/https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construccion-para-propietarios.pdf>
- ACI 211.1. (2022). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, reapproved 2022*. American Concrete Institute. ACI Committee 211 .
- Acuña, J. E. (2024). *Partículas residuales del chancado de piedra en concreto de alta resistencia para pavimentos rígidos del distrito de Pilcomayo-2022*. [Tesis de grado, Universidad Peruana Los Andes]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12848/8125>
- Agudelo, L. G., Aignerren, J. M., & Ruiz, J. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental. *La Sociología en sus Escenarios*, 1(18), 1-46. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/10495/2622>
- Aguilar-Barrojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Andrew, R. M. (2018). Global CO 2 emissions from cement production. *Earth System Science Data*, 10(1), 195-217. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.831455>
- Atencio, M. d., & Nieto, M. (2022). *Incidencia de los micromateriales inertes de tipo residuo de trituración de la roca en las características físico-mecánicas de los concretos hidráulicos*. [Tesis de grado, Universidad de Cartagena]. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.57799/11227/8081>
- Ávila, D. H., & Jiménez, L. E. (2020). *Características del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con el agregado global roca cuarcita de la cantera el Inca y cemento portland tipo Ms e ico del centro poblado santa clara de tulpo-Santiago de Chuco*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7020>
- Ayala, Y., Delgado, H., Cuellar, V. H., & Salazar, A. Z. (2019). *Manual de ensayos para laboratorio agregados (AG) para mezclas asfálticas*. Instituto Mexicano del

- Transporte.
<https://doi.org/https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt551.pdf>
- Behar, D. (2008). *Metodología de la Investigación. Clasificación de los tipos de estudio*. Editorial Shalom. <https://doi.org/ISBN 978-959-212-783-7>
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la investigación, 4ta edición*. Pearson. https://www.academia.edu/44228601/Metodologia_De_La_Investigaci%C3%B3n_Bernal_4ta_edici%C3%B3n
- Cárdenas, L. A., & Moya, A. J. (2022). *Análisis granulométrico de agregados grueso y fino*. [Tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12494/47187>
- Cemex. (2023). *Resistencia - Donde el desempeño del concreto se pone a prueba*. CEMEX-México: https://www.cemexmexico.com/quizzes-full-view/-/asset_publisher/uG2W76KBBu5B/content/resistencia-pruebas-y-resultados
- Cieza, J. L. (2021). *Evaluación de las propiedades físico-químicas del agregado fino de las principales canteras del distrito de Conchán para la elaboración de concreto*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/174>
- Clemente, J. L. (2024). *Calidad del concreto y la construcción informal de losas de viviendas en el distrito de Huancan 2022*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Peruana Los Andes]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12848/7519>
- Clima. (23 de noviembre de 2024). *Conchán provincia de Chota - Cajamarca*. Clima en: <https://www.clima.com/peru/cajamarca/conchan>
- Corro, H. L., & Ramos, A. L. (2015). *Correlación entre el índice de madurez de una mezcla de concreto y su resistencia a la compresión*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego]. https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/1143/REP_ING_CIVIL_HENRY.CORRO_ALEJANDRO.RAMOS_CORRELACI%D3N.ENTR.E.%CDNDICE.MADUREZ.MEZCLA.CONCRETO.RESISTENCIA.COMPRE SI%D3N.pdf;jsessionid=42498CD2DCCF45C3080AF0A9A64EC7DD?sequence=1

- de Miranda, C., Barboza, J. H., Choque, Ó. J., & Oliveira, E. (2024). Uso de polvo de piedra triturada como sustituto de los áridos finos en el hormigón. *Caderno Pedagógico*, 21(8), 1-32. <https://doi.org/https://doi.org/10.54033/cadpedv21n8-250>
- Falcon, M., & Samanamud, S. (2019). *Viabilidad Del Concreto $F'c=210$ Kg/Cm2, Utilizando Escoria De roca triturada Como Agregado Fino, Huacho 2019*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez. Huacho].
- Ferreira, J. A., da Silva, H., Damascena, S., Carvalho, E., Batista, H. C., Costa, Â. J., . . . Bezerra, N. (2024). Mechanical and chemical effects of incorporating stone powder residue in mortars. *Contribuciones a las ciencias sociales*, 17(4), 1-23. <https://doi.org/https://doi.org/10.55905/revconv.17n.4-275>
- Fuller, W. B., & Thompson, S. E. (1907). The laws of proportioning concrete. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 59(2), 67-143. <https://doi.org/https://doi.org/10.1061/TACEAT.0001979>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy—A new sustainability paradigm? *Journal of cleaner production*, 143(1), 757-768. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Gopalakrishna, B., & Dinakar, P. (2024). An innovative approach to fly ash-based geopolymer concrete mix design: Utilizing 100% recycled aggregates. *Structures*, 66, 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.106819>
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*. Efaind. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta · Parte I. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGrawHill Education. <https://doi.org/https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- INACAL. (marzo de 24 de 2020). NTP 339.035 CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo. 5ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (18 de febrero de 2020). NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.

- INACAL. (2020). NTP 400.021 AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 339.034 CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 339.183 CONCRETO. Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. 3a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (2021). NTP 339.185 AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. 3a Ed. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2021). NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4a Ed. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2021). NTP 400.022 AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Ed. Instituto Nacional de la Calidad (INACAL).
- INACAL. (2021). NTP 400.037 AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Ed. Instituto Nacional de Calidad.
- INEI. (2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares – acceso a servicios básicos. Censos Nacionales 2017: XIII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).
- Jamal, S. M., & Meyyappan, P. (2024). Strength and durability assessment of high-strength concrete with weathered crystalline rock waste as a sustainable partial replacement for fine aggregate. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 29(2), 1-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1517-7076-RMAT-2023-0361>
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Portland Cement Association. Skokie, Illinois, EE.UU.
- Kursula, K., Mistri, A., Illikainen, M., & Perumal, P. (2024). Utilization of fine concrete waste as a lightweight aggregate via granulation: Technical and environmental assessment. *Journal of Cleaner Production*, 434(1), 1-3. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139938>

- León, M. P., & Ramirez, F. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Revista Ingeniería de Construcción*, 25(2), 215-240. <https://doi.org/https://www.scielo.cl/pdf/ric/v25n2/art03.pdf>
- Li, Z., Zhou, X., Ma, H., & Hou, D. (2022). *Advanced concrete technology*. John Wiley & Sons.
- Matallana, R. (2014). *El concreto Fundamentos y nuevas tecnologías*. Corona. ISBN: 978-958-57-497-4-0.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials (4th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Mohammad-Yahia, A. K., Mokhlesur-Rahman, D. M., Shahjalal, M., & Morshed, A. S. (2024). Sustainable Materials Selection in Building Design And Construction. *International Journal of Science and Engineering*, 1(4), 106-119. <https://doi.org/Doi: 10.62304/ijse.v1i04.198>
- Mohammed, T. U., Rony, M. A., Zunaied Bin Harun, M., Uddin, N., Saha, D., Rahman, M. N., & Mahmood, A. H. (2024). Alternative Fine Aggregates to Natural River Sand for Manufactured Concrete Ensuring Circular Economy. *Construction Materials*, 4(4), 640-654. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/constrmater4040035>
- Molina, K. A. (2006). *Evaluación de morteros para albañilería y revestimientos elaborados a base de cementos mezclados con escorias de horno*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Morales, F. (2012). Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. *[online]*, 11(3), 1-5.
- MPCH. (2018). *Plan de desarrollo urbano PDU 2017-2027 Chota*. Municipalidad Provincial de Chota (MPCH).
- MVCS. (2006). Norma E.070 "Albañilería". En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-15). Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_070.pdf
- MVCS. (2009). Norma E.060 Concreto armado. En M. d. (MVCS), *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-201). Instituto de Construcción y Gerencia (ICG). <https://cdn->

- web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf
- Navarro, R. A., & Navarro, W. A. (2021). *Piedra caliza triturada para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural*. [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.14138/5125>
- Nelson, E. J. (2008). Los Valores Éticos y Humanos en la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería e Informática de la UCASAL. *Cuadernos de Ingeniería*, 1(3), 78-106. <https://doi.org/https://revistas.ucasal.edu.ar/index.php/CI/article/view/183>
- Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete (5th ed.)*. Pearson Education.
- Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2010). *Design of Concrete Structures (14th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Nirupama, G., & Ganta, J. K. (2024). An Experimental Study On Strength Characteristics Concrete by Partial Replacement of Coarse Aggregate with Bethamcherala Waste Stone. *International Research Journal on Advanced Engineering Hub (IRJAEH)*, 2(05), 1193-1199. <https://doi.org/https://doi.org/10.47392/IRJAEH.2024.0164>
- Olivera, J. (2024). *Evaluación de la calidad del concreto para pavimentos rígidos al sustituir el agregado fino natural por escoria de piedra*. [Tesis de grado, Universidad Peruana Los Andes]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12848/8041>
- Portugal, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Lafayette.
- Priya, S. A., Ray, S., Haque, M., Mita, A. F., & Hossain, Z. (2024). Experimental and numerical investigation of the properties of concrete with ceramic tile waste and stone dust as substitutes for natural aggregates. *Discover Civil Engineering*, 1(120), 1-17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s44290-024-00113-8>
- Quintana, D. (2022). *Evaluación del revenimiento y la resistencia del concreto en la construcción de viviendas de la ciudad de Chota*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.14142/200>
- Quiroz, M. V., & Salamanca, L. E. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de "Tecnología del hormigón"*. [Trabajo de grado, Universidad Mayor de San Simón].
- Rafael, A. E., & Tapia, J. L. (2023). *Adición de polvo de piedra chancada para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $f'c$ 210kg/cm²*. [Tesis de

- grado, Universidad César Vallejo].
<https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12692/145811>
- Ramirez, S. R. (2023). *Variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al reemplazar el agregado fino por arena de tarrajeo en porcentajes de 30%, 50%, 80% y 100% Cajamarca 2022*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/11537/36451>
- Rivera, G. A. (2013). *Concreto simple*. Universidad del Cauca.
- Rivva, E. (2010). *Materiales para el concreto*. Lima, Perú. Fondo Editorial.
- Rubio, C. D. (2024). *Variación del peso volumétrico y resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir el agregado grueso por piedra pómez en diferentes porcentajes*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.14074/7177>
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bhandar editores ltda.
- Scanferla, L. J. (2009). *Ensayos de hormigon en estado fresco y endurecido*. Centro de investigaciones viales.
- Scrivener, K., Snellings, R., Lothenbach, B., & Press, C. R. (2016). *A practical guide to microstructural analysis of cementitious materials*. Boca Raton, FL, USA:: Crc Press.
- SENAMHI. (13 de noviembre de 2023). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI): <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Silva, R. V., De Brito, J., & Dhir, R. K. (2014). Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production. *Construction and Building Materials*, 65, 201-217. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.04.117>
- Torres, L. J. (2023). *Evaluación de las propiedades del mortero con reemplazo de distintos porcentajes de arena de río por arena de mar*. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12802/11383>
- Uribe, C., Acevedo, M. J., González, G., Redondo, R., & Duque, G. (2019). Ensayo de tracción de probetas metálicas. *Universidad Tecnológica de Bolívar*, 1(1), 1-17. https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/331310495_ENSAYO_DE_TRACCION_DE_PROBETAS_METALICAS

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada para mejorar la resistencia del concreto, Chota – 2022

Tesista: Jorge Luis Colunche Bustamante

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿En qué medida la sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) mejorará la resistencia a compresión del concreto elaborado con materiales de la cantera Conchán en Chota?	<p>Objetivo general Sustituir parcialmente el agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) para mejorar la resistencia del concreto elaborado con materiales de la cantera Conchán en Chota.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Determinar las propiedades físicas del agregado fino de la cantera Conchán y el residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) de la cantera Los Andes de Colpatuapampa, para verificar su compatibilidad como sustituto parcial del agregado fino. – Determinar la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de especímenes de concreto 210 y 280 kg/cm², sustituyendo el agregado fino de la cantera Conchán por residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes de Colpatuapampa en las proporciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. 	La sustitución parcial del agregado fino por residuo zarandeado de roca triturada (“confitillo”) mejora significativamente la resistencia a compresión del concreto elaborado con arena de la cantera Conchán en Chota.	VI Agregado fino	Propiedades físicas	Granulometría	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicada Nivel: Descriptivo Diseño: Descriptivo causal simple Muestra: En total, la muestra se conformó por 45 especímenes de concreto f ^c 210 kg/cm ² y 45 especímenes de concreto f ^c 280 kg/cm ² (5 proporciones de sustitución × 3 edades de ensayo × 3 réplicas por combinación). Por tanto, la muestra estuvo conformada por 90 testigos de concreto F ^c 210 y 280 kg/cm ² elaborados sustituyendo parcialmente al 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de agregado fino de la cantera Conchán por residuo zarandeado de roca triturada de la cantera Los Andes de Colpatuapampa.
					Contenido de humedad	
					Peso específico	
					Absorción	
					Peso unitario suelto	
			Peso unitario compactado			
			VI Residuo zarandeado de roca triturada	Propiedades físicas	Granulometría	
					Contenido de humedad	
					Peso específico	
					Absorción	
					Peso unitario suelto	
			Peso unitario compactado			
			VD Resistencia a compresión del concreto	Proporción de mezcla	Cemento	
					Agua	
					Relación a/c	
Aire						
Agregado fino (arena)						
Curado de probetas	Propiedades mecánicas del concreto	Residuo zarandeado de roca triturada				
		Agregado grueso				
		7 días				
		14 días				
		28 días				
		Resistencia a compresión				

Anexo B. Encuesta a los albañiles de Chota

B.1. Introducción

La encuesta tuvo como objetivo recopilar información de albañiles locales sobre su experiencia y percepción acerca del uso de residuos zarandeados de roca triturada (“confitillo”) en la elaboración de concreto. La recolección de estas perspectivas es esencial para evaluar la viabilidad técnica y práctica del material, y su potencial para mejorar la resistencia del concreto en la ciudad de Chota. Este apartado describe los resultados de la encuesta, su metodología y conclusiones preliminares.

B.2. Selección de la muestra

La muestra fue seleccionada utilizando un muestreo probabilístico para población infinita, , con la ecuación de población infinita presentada en el estudio de Aguilar-Barojas (2005), considerando una proporción esperada del 95% (número de albañiles que han producido concreto como parte de sus labores de construcción), un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10%, resultando en una muestra de 20 albañiles. La población objetivo incluyó a albañiles locales con experiencia en proyectos de construcción en Chota, seleccionados aleatoriamente para asegurar representatividad.

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{d^2} \quad (293)$$

$$n = \frac{1.96 \times 0.95 \times 0.05}{0.1^2} = 18 \quad (294)$$

En la ecuación, se presenta la fórmula para estimar la muestra de población infinita, donde, Z es 1.96 para un nivel de confianza del 95%, d es el error 10%, p es la proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia, q es la proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1-p). Para el caso del estudio p y q son 95% y 5%, respectivamente. Dando, un total de 18 unidades muestrales.

B.3. Cuestionario

El cuestionario se diseñó para evaluar aspectos clave como la percepción de calidad, la experiencia previa, y la viabilidad técnica y económica del uso de “confitillo”. Se incluyeron cinco preguntas cerradas y se dio espacio para observaciones abiertas que reflejaran opiniones específicas.

Tabla 67

Preguntas del Cuestionario de Percepción de los Albañiles sobre el Uso de Confitillo en el Concreto

Pregunta N.º	Pregunta
1	¿Considera que el “confitillo” mejora la calidad del concreto elaborado?
2	¿Cree que el “confitillo” puede sustituir parcialmente la arena fina?
3	¿Ha utilizado previamente el “confitillo” en alguna mezcla de concreto?
4	¿Recomendaría el uso del “confitillo” de la cantera Los Andes?
5	¿Considera viable implementar el “confitillo” como sustituto parcial?

B.4. Base de datos del cuestionario

Los datos se recopilaron en una tabla con las respuestas individuales de los 20 albañiles. Estas respuestas fueron analizadas para obtener porcentajes, identificar tendencias y extraer observaciones comunes. La tabla completa se presenta en este apartado como insumo para los análisis posteriores.

Tabla 68

Base de Datos del Cuestionario de Percepción de los Albañiles sobre el Uso de Confitillo en el Concreto

Albañil N.º	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5
1	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
2	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
3	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
4	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
5	Sí	Sí	No	Sí	Sí
6	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
7	Sí	Sí	No	Sí	No
8	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
9	Sí	No	Sí	Sí	Sí
10	Sí	Sí	No	Sí	Sí
11	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
12	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
13	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
14	Sí	Sí	No	Sí	Sí
15	Sí	Sí	Sí	Sí	No
16	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
17	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
18	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
19	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
20	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

B.5. Resultados del cuestionario

Los resultados indican una aceptación mayoritaria del “confitillo” como material para mejorar la calidad del concreto. El 100% de los encuestados considera que mejora la resistencia, y el 95% cree que puede sustituir parcialmente a la arena fina. Además, el 85% ha utilizado el material en sus mezclas con buenos resultados.

Tabla 69

Resultados del Cuestionario de Percepción de los Albañiles sobre el Uso de Confitillo en el Concreto

N.º	Pregunta	Sí (%)	No (%)	Observaciones Frecuentes
1	¿Considera que el “confitillo” mejora la calidad del concreto elaborado?	100%	0%	“Mayor densidad y resistencia”, “Menor fisuración en el fraguado”
2	¿Cree que el “confitillo” puede sustituir parcialmente la arena fina?	95%	5%	“Es más homogéneo que la arena convencional”, “Podría requerir ajuste en mezcla”.
3	¿Ha utilizado previamente el “confitillo” en alguna mezcla de concreto?	85%	15%	“Resultados buenos en acabados”, “Usado en pisos y cimientos”
4	¿Recomendaría el uso del “confitillo” de la cantera Los Andes de Cuyumalca?	100%	0%	“Material abundante y de fácil acceso”, “Bajo costo en comparación con la arena”.
5	¿Considera viable implementar el “confitillo” como sustituto para reducir costos y mejorar propiedades del concreto?	90%	10%	“Ayudaría a economizar materiales”, “Requiere pruebas de calidad formal”.

B.6. Conclusión general

La encuesta reveló una percepción positiva generalizada entre los albañiles locales respecto al uso del “confitillo” en concreto. Este material es visto como una alternativa técnica y económicamente viable, con potencial para resolver problemas asociados a la calidad de los agregados en Chota. Estos hallazgos respaldan la relevancia de realizar estudios técnicos más profundos que validen estas percepciones y desarrollen diseños de mezcla optimizados.

Anexo C. Panel fotográfico

Fotografía 1. Cantera de agregado fino en Conchán



Fotografía 2. Cantera de agregado grueso Los Andes, Colpatuapampa



Fotografía 3. Vista de la chancadora de piedra



Fotografía 4. Recolección de los residuos zarandeados de roca triturada



Fotografía 5. Traslado de los materiales al laboratorio GSE de Chota



Fotografía 6. Ensayo de peso específico en el agregado fino



Fotografía 7. Análisis granulométrico del agregado fino



Fotografía 8. Elaboración de la mezcla para la producción de concreto



Fotografía 9. Colocación de la mezcla de concreto en los moldes para la elaboración de las probetas



Fotografía 10. Curado a los 7, 14 y 28 días de las probetas de concreto



Fotografía 11. Vista de las probetas de concreto que han salido del periodo de curado y que están secando previo al ensayo de resistencia a compresión



Fotografía 12. Vista de las probetas de concreto en la máquina de compresión para la verificación de su peso y dimensiones previo al ensayo mecánico



Fotografía 13. Realización del ensayo de resistencia a compresión en probetas de concreto a los 7 días



Fotografía 14. Realización del ensayo de resistencia a compresión en probetas de concreto a los 14 días



Fotografía 15. Realización del ensayo de resistencia a compresión en probetas de concreto a los 28 días, en especímenes patrón



Fotografía 16. Realización del ensayo de resistencia a compresión en probetas de concreto a los 28 días, en especímenes con 50% de residuos zarandeados de roca triturada



Anexo D. Resultado de ensayos de laboratorio



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA – PATRÓN

F´C = 210 KG/CM2

F´C = 280 kg/cm2

LABORATORIO




CANTERA CONCHAN: ARENA NATURAL

CANTERA LOS ANDES COLPATUAPAMPA:

PIEDRA CHANCADA TMN 1"



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

		INFORME DE MATERIALES		
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS				
HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS <small>(ASTM D 2216, NTC E 188-2000)</small>				
PROYECTO : "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".				
Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHI BUSTAMANTE		Realizado Por : R.C.R		
Cantera : CONCHAN		Ing. Responsable : G.R.R		
Muestra : M-1		Fecha : 20-07-24		
Ubicación del Proyecto : CHOTA				
DATOS DE LA MUESTRA				
Material : ARENA NATURAL		Usos: Agregado para concreto		
Ubicación de la Muestra: CONCHAN				
Tamaño Máximo: # 4				
HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO				
TARRO				PROMEDIO
TARRO + SUELO HUMEDO	1200.00			
TARRO + SUELO SECO	1160.00			
AGUA	40.00			
PESO DEL TARRO	0.00			
PESO DEL SUELO SECO	1160.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.45			
Cantera: LOS ANDES - COLPATUJAPAMPA		Usos: Agregado para concreto		
Nº Muestras: M-1				
Material: Piedra Chancada (agregado grueso)				
Ubicación de la Muestra: LOS ANDES - COLPATUJAPAMPA				
Tamaño Máximo: 1 1/2"				
HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO				
TARRO				PROMEDIO
TARRO + SUELO HUMEDO	1510			
TARRO + SUELO SECO	1498			
AGUA	12.00			
PESO DEL TARRO	0.00			
PESO DEL SUELO SECO	1498			
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.80			
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TECNICO LEM		GERENTE		COC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz <small>LABORATORISTA DEL CONCRETO Y ASFALTO</small>		Nombre y firma: 		Nombre y firma:  Gerardo Alvarado Alvarado <small>JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 207870</small>

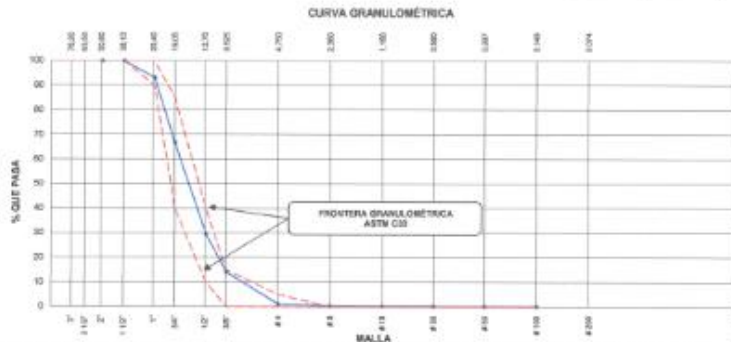
	INFORME	Código	AG-10-01
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Version	01
		Fecha	-
		Páginas	1 de 1

Proyecto: 'SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022'.
 Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
 Alocación: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
 Ubicación de Proyecto: CHOTA
 Material: AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

Muestreado por: SOLICITANTE
 Ensayado por: R.C.R.
 Fecha de Ensayo: 26/07/2024
 Turno: Diurno

Tamaño Máximo: 1 1/2"
 Canchales: LOS ANDES - COLPATUAPAMPA
 N° de Muestra: ---
 Progresiva: ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 19 - HUSO # 56							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pesa	ASTM "UM IN"	ASTM "UM G.S.P"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1"	25.00 mm	1000.0	8.04	8.04	93.18	50.00	100.00
3/4"	19.00 mm	4100.0	28.44	33.28	68.72	40.00	85.00
1/2"	12.50 mm	5760.0	37.15	78.42	29.58	10.00	40.00
3/8"	9.50 mm	2395.0	15.45	85.87	14.13	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	2015.0	12.90	98.86	1.14	0.00	5.00
# 5	2.36 mm	121.0	0.78	99.64	0.36	0.00	0.00
# 10	1.18 mm	21.0	0.14	99.78	0.22	0.00	0.00
# 20	600 µm	9.0	0.06	99.83	0.17	0.00	0.00
# 40	300 µm	4.2	0.03	99.88	0.14	0.00	0.00
# 100	150 µm	7.4	0.05	99.91	0.09	0.00	0.00
Fondo	-	14.0	0.09	100.00	0.00	-	-
						MF	7.95
						TMN	N° 1"



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM Nombre y Firma:  Iván Cleza Díaz LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC LABORATORIO DE LOS CONCRETOS TALLADO	GERENTE Nombre y Firma: _____	COC - LEM Nombre y Firma:  General José Ramón Colla LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC GENERAL JOSÉ RAMÓN COLLA JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL - REG. COP N° 25876

	INFORME	Código	AE-PO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-16	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto	"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZAMBIENADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".		Muestreado por	SOLICITANTE
Solicitante	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE		Ensayado por	R.C.R
Asesoría	: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE		Fecha de Ensayo	26/07/2024
Ubicación de Proyecto	CHOTA		Turno	Diurno
Materia	: AGREGADO GRUESO			
Tamaño Máximo	1 1/2"			
Centro:	LOS ANDES - COLPITUAPAMPA			
Nº de Muestra	---			
Progresiva	---			

DATOS		A	
1	Peso de la muestra sss	2500.0	
2	Peso de la muestra sss sumergida	1415.0	
3	Peso de la muestra secada al horno	2200.0	

RESULTADOS	1		PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.586		2.586
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.599		2.599
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.617		2.617
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	0.4		0.4

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	COC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Iván Cieza Riaz LABORANTISTA EN LOS CONCRETOS Y AGRUJO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Geremías Ambrosio Amadorín JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 207670



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS (MTC E203)

PROYECTO "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE

Realizado Por : R.C.R

Cantera: LOS ANDES - COLPATUAPAMPA

Ing. Responsable : G.R.R

Muestra: M-1

Fecha : 26-07-24

Ubicación del Proyecto CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Piedra Chancada (agregado grueso)

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra : LOS ANDES - COLPATUAPAMPA

Tamaño Máximo: 1 1/2"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	26290	26380	26370
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	19666	19756	19746
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1.403	1.409	1.408
PROMEDIO		1.407 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	28240	28180	28210
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	21616	21556	21586
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1542	1537	1539
PROMEDIO		1,539 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM

GERENTE

COC - LEM

Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
LABORANTISTA SUELOS, CONCRETO Y AGREGADOS

Nombre y firma:

Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
Gerardo Rivas Machín Rivas Machín
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. C.P. N° 267870

	INFORME	Código	AE-PO-56
	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto	"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".		
Solicitante	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Muestreado por :	SOLICITANTE
Atención	: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Ensayado por :	R.C.R.
Ubicación Proyecto	CHOTA	Fecha de Ensayo:	29/07/2024
Materia	: Agregado Grueso - Piedra chancada	Turno:	Diurno
Tamaño Máximo	1 1/2"	Profundidad:	---
Carretera	LOS ANDES - COLPATUJAPAMPA	Nombre:	---
N° de Muestra	---	Este:	---
Progresiva	---	Cola:	---

TAMIZ PASA - RETIENE	GRADACIÓN			
	"A"	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"		2500		
1/2" - 3/8"		2500		
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
PESO TOTAL		5,000		
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12		3,636		
MATERIAL PASA TAMIZ N° 12		1,465		
N° DE ESFERAS		11		
PESO DE LAS ESFERAS (gr)		4584 ± 25		
PORCENTAJE DE DESGASTE		29.3		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	COC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Cerezo Ríos LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL, REG. CIP. N° 282870

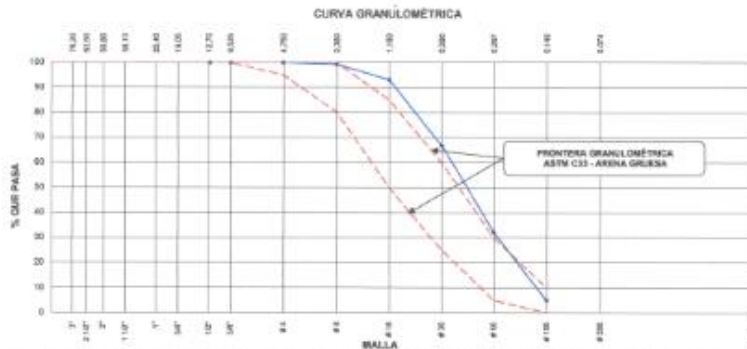
	INFORME	Código	AC-FO-03
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".
 Solicitante: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE
 Atención: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE
 Ubicación de Proyecto: CHOTA
 Material: ARENA NATURAL.

Muestreado por: SOLICITANTE
 Ensayado por: R. C. R.
 Fecha de Ensayo: 29/07/2024
 Turno: Día

Tamaño Máximo: # 4
 Procedencia: CONCHAN
 N° de Muestra: :-
 Progresiva: :-

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 50 - ARENA GRUESA							
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LM INF"	ASTM "LM SUP"	
4"	100.00 mm				100.00	100.00	
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00	
3"	75.00 mm				100.00	100.00	
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00	
2"	50.00 mm				100.00	100.00	
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00	
1"	25.00 mm				100.00	100.00	
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00	
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00	
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	
# 4	4.75 mm			100.00	95.00	100.00	
# 8	2.36 mm	4.2	0.71	0.71	95.29	100.00	
# 16	1.18 mm	35.5	5.15	5.80	83.14	95.00	
# 30	600 µm	156.3	26.35	33.21	66.79	75.00	
# 60	300 µm	205.1	34.88	67.78	32.22	5.00	
# 100	150 µm	161.9	27.29	65.88	4.82	0.00	
Fondo	-	29.2	4.92	100.00	0.00	-	
					MF	3.04	
					TMN	-	



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CDC - LEM
Nombre y firma:  Iván Ciega Díaz LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Geremias Rivas JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 287870

	INFORME	Código	AE-FO-87
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARAMEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 3022".

Solicitante	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Muestreado por :	SOLICITANTE
Atención:	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Elaborado por :	R.C.R
Ubicación del Proyecto	CHOTA	Fecha de Ensayo:	28/07/2024
Material	ARENA NATURAL	Turno:	Diurno

Tamaño Máximo: # 4
Carbón : CONCHAS
N° de Muestra: ---
Progresiva: ---

IDENTIFICACIÓN		1		
A.	Peso Mat. Sol. Seca (SSS)	100.0		
B	Peso Frasco + agua	699.3		
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	790.8		
D	Peso del Mat. Seco	98.2		
P _o Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.671		2.671
P _o Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.697		2.697
P _o Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B-D-C)		2.600		2.600
% Absorción = 100*(A-D/D)		1.0		1.0

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CCC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cleza Díaz LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC LABORATORIO DE ENsayOS DE CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Geremilo Romaricón Ríos Pachán JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL - REG. OF. N° 207676



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

PROYECTO "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE

Realizado Por: R.C.R

Cantera: CONCHAN

Ing. Responsable: G.R.R

Muestra: M-1

Fecha: 26-07-24

Ubicación del Proyecto: CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: ARENA NATURAL

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra: CONCHAN

Tamaño Máximo: # 4

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	6715	6730	6795
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4177	4192	4257
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1469	1474	1497
PROMEDIO		1,480 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	7020	6985	7025
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4482	4447	4487
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1576	1564	1578
PROMEDIO		1,572 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:



LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
LABORATORISTA SUELO CONCRETO Y ASFALTO

GERENTE

Nombre y firma:

CQC - LEM

Nombre y firma:



LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
Cereales Alvarado
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - REG. OP. N° 201870

ELEMENTO (X)		CONCRETO CONVENCIONAL											F _c - 210 - Kg/Cm ²		TIPO DE MEZCLA			F _c - 238 - Kg/Cm ²			
ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (Días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (Kg)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _c (%)							
1.	Fc-210 - Kg/Cm ²	30-ago-24	7	6-sep-24	150.91	303.82	11878	3	307.26	31331	17887	175	230	83.4%							
2.	Fc-210 - Kg/Cm ²	30-ago-24	7	6-sep-24	150.97	303.94	12675	5	312.48	31863	17901	178	230	84.8%							
3.	Fc-210 - Kg/Cm ²	30-ago-24	7	6-sep-24	151.02	302.04	12442	5	320.00	32722	17913	183	230	87.0%							

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el muestreo de los probetas; solo se limita a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vaciado de los probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

TIPO DE ROTURA

ASTM C85

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Ríos Vaca
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. CP. N. 207870

ELEMENTO (s)		CONCRETO CONVENCIONAL		F _c -210 - Kg/Cm ²				TIPO DE MEZCLA		F _c -210 - Kg/Cm ²				
ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	AREA (mm ²)	RESISTENCIA Kg/Cm ²	f _c (Kg/cm ²)	f _c (%)
1	Fc-210 - Kg/Cm ²	30-ago-24	34	13-sep-24	150.17	300.34	1.0832	5	354.33	36332	17712	206	210	97.1%
2	Fc-210 - Kg/Cm ²	30-ago-24	34	13-sep-24	150.85	301.72	1.2507	5	400.12	40800	17875	228	210	108.7%
3	Fc-210 - Kg/Cm ²	30-ago-24	34	13-sep-24	150.45	300.90	1.2798	5	435.72	44410	17770	250	210	119.0%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el muestreo de los probetas; solo se limbo a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de ensayo de los probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El método y control de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

(*)

TIPO DE ROTURA	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6
ASTM C39	Como habitualmente con rotación en ambos extremos. Resaca a lo largo de las cabezas de muestra de 22 mm (7 pulgadas).	Como tipo 1, pero con resaca vertical a mitad de las cabezas, como resultado de la rotación en el eje central.	Fisuras verticales encolumnadas a lo largo de toda la muestra, como resultado de la rotación.	Fisuras diagonales en forma de "X" desde las cabezas, grietas horizontales o una grieta para el escape del tipo 1.	Fisuras en los lados en las partes superior e inferior, resaca horizontal con cabezas adheridas.	Como el tipo 5, pero el extremo del cilindro es partido.

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL

N.º de Roturas de Probetas

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

0 7 14 21 28 35

Tiempo de Curado (Días)

→ Resist (%)

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Gijza Díaz
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Gerardo Rivas
 Gerardo Rivas Rivas
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 267870

ELEMENTO (h)		CONCRETO CONVENCIONAL		F _c -210 - Kg/Cm ²				TIPO DE MEZCLA		F _c -258 - Kg/Cm ²				
ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTRO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (kN)	CARGA (kg)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (kg/Cm ²)	F _c (kg/cm ²)	F _c (%)
1	Fc -210 - Kg/Cm ²	30-ago-24	28	27-sep-24	150.98	301.96	12340	5	510.82	543.28	17801	302	230	144.0%
2	Fc -210 - Kg/Cm ²	30-ago-24	28	27-sep-24	353.00	301.20	12851	4	516.97	52715	18050	252	230	135.1%
3	Fc -210 - Kg/Cm ²	30-ago-24	28	27-sep-24	150.20	300.40	13944	2	487.34	49694	17710	180	230	113.0%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestras de las probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fecha de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El recibio y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

(*)

TIPO DE ROTURA	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6
ASTM C39	<p>Rotura por compresión en el centro de la muestra.</p>	<p>Rotura por compresión en los extremos de la muestra.</p>	<p>Rotura por compresión en los extremos de la muestra.</p>	<p>Rotura por compresión en los extremos de la muestra.</p>	<p>Rotura por compresión en los extremos de la muestra.</p>	<p>Rotura por compresión en los extremos de la muestra.</p>

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL

% de Resistencia de Lote

Tiempo de Curado (Días)

→ Resist (%)

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCION SAC

 Iván Cieza Díaz
 LABORATORIA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCION SAC

 Gerardo Ramírez Ríos
 INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 267870



ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS CULUNCHE BUSTAMANTE

Centro A.F.: CONCHAN

Centro A.G.: LOS ANDES - COLPATUAMPAMPA

Materia: ARENA NATURAL Y PIEDRA CHANCADA

Estructura: DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tamaño Máximo: 1 1/2"

Hecho Por: G.R.R

Ing. Responsable: G.R.R

Fecha: 26/07/2024

Método de Diseño ACI - (Comité 211)
DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 Kg/cm²

DATOS		VOLÚMENES ABSOLUTOS	
CONCRETO EN AIRE INCORPORADO		Cemento	0.112 m ³
F'c (Diseño)	210 Kg/cm ²	Agua	0.219 m ³
		Aire	0.015 m ³
		Agregado Grueso	0.240 m ³
		Sub Total	0.586 m ³
CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I		CONTENIDO DE AGREGADO FINO	
TIPO I	PACASMAYO	Volumen Absoluto Fino	2.314 m ³
Peso Específico	3.15	Peso Fino Seco	815.5 Kg/m ³
AGREGADO FINO		VALORES DE DISEÑO	
Peso Específico	2.597 TN/m ³	Cemento	353 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1.572 TN/m ³	Agua	219 Litro/m ³
Peso Unitario Suelto	1.480 TN/m ³	Agregado Fino Seco	816 Kg/m ³
Absorción	1.24 %	Agregado Grueso Seco	880 Kg/m ³
Humedad	3.45 %		
Módulo de Finera	2.04		
AGREGADO GRUESO CHANCADO		CORRECCION POR HUMEDAD	
Tam. Max. Nominal	1" 25.40 mm	Agregado Fino Húmedo	844 Kg/m ³
Peso Específico	2.569 TN/m ³	Agregado Grueso Húmedo	887 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1.509 TN/m ³		
Peso Unitario Suelto	1.407 TN/m ³	HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS	
Absorción	0.44 %	Agregado Fino	2.44 %
Humedad	0.92 %	Agregado Grueso	0.4 %
ADITIVOS EN LA MEZCLA		APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	
PROCESAMIENTO		Agregado Fino	18.9 Litro/m ³
Ahorramiento	3" 4" 3/4" 3/4"	Agregado Grueso	3.2 Litro/m ³
Volumen Unitario de Agua	218.8 Litro/m ³	Aporte de Humedad	23.1 Litro/m ³
Contenido de Aire	1.50 %	Agua efectiva	196 Litro/m ³
Relación a/c Resistencia	0.62 a/c	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD	
Factor Cemento	300 Kg/m ³	Cemento	353 Kg/m ³
Factor Cemento	6.50 l/bolsa/m ³	Agua Efectiva	196 Litro/m ³
VOLÚMENES ABSOLUTOS MÍNIMO DE MEZCLA		Agregado Fino Húmedo	844 Kg/m ³
Cemento	0.112 m ³	Agregado Grueso Húmedo	887 Kg/m ³
Agua	0.219 m ³		
Aire	0.015 m ³		
Piedra	0.540 m ³	AGREGADOS EN LA MEZCLA	
Agregados	0.854 m ³	Agregado Fino en %	46.3% %
		Agregado Grueso en %	52.5% %
		Agregado Grueso en la Mezcla	100.0% %
		Indicencia de Agregado Fino	0.2142 m ³
		Indicencia de Agregado Grueso	0.2402 m ³
		Agregado Fino Sin Corregir	815.5 Kg/m ³
		Agregado Grueso Sin Corregir	880.2 Kg/m ³

RESULTADOS FINALES
PROPORCIONES EN PESO

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	2.39	2.51	0.85

PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento Bolsa	Ag. Fino p3	Ag. Grueso p3	Agua Litros
1.00	2.42	2.68	23.6

PESO POR TANDA

Cemento	Agua Efectiva	Agregado Fino	Agregado Grueso
42.5 Kg/Bolsa	23.6 Litro/Bolsa	101.6 Kg/Bolsa	106.9 Kg/Bolsa

PROPORCIONES EN BALDES

Cemento Bolsa	Baldes Agregado Fino	Baldes Agregado Grueso	Agua Litros
1.00	3.81	4.22	23.6

Observaciones: Las Proporciones en Baldes, Corresponde a un Balde de Capacidad de 18 Litros

OBSERVACIONES:
Los Cálculos de Diseño están basados a las ventajas de este producto, por lo que su uso es Obligatorio, en caso que las Características Físicas y Mecánicas de los Materiales Presente alguna variación o diferente a las dadas, el Contratista deberá volver Revisar y mejorar el ajuste del Diseño de Mezcla.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
EJE DE CALIFICACION INGENIERIA CIVIL
REG. CP. N° 282470

ELEMENTO (s)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																										
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS																										
		NORMA: ASTM C39 NTC 2704																										
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										7-sep-24																
		CONCRETO CONVENCIONAL			f'c - 280 - Kg/Cm2			TIPO DE MEZCLA		f'c - 280 - Kg/Cm2																		
ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (cm2)	RESISTENCIA (Kg/Cm2)	f'c (Kg/cm2)	f'c (%)														
1	f'c - 280 - Kg/Cm2	31-ago-24	7	7-sep-24	150.74	301.48	12016	5	343.03	34979	17046	196	280	70.0%														
2	f'c - 280 - Kg/Cm2	31-ago-24	7	7-sep-24	150.98	301.96	12079	5	415.73	42494	17003	237	280	84.2%														
3	f'c - 280 - Kg/Cm2	31-ago-24	7	7-sep-24	151.08	302.16	12200	2	356.69	36372	17927	203	280	72.5%														
<p>Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el muestreo de las probetas, solo se limitó a realizar la rotura del testigo.</p> <p>La descripción y fechas de estado de los probetas fueron proporcionadas por el solicitante.</p> <p>Los muestros fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.</p> <p>El ensayo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.</p>																												
<p>(*) TIPO DE ROTURA</p> <table border="1"> <tr> <td> <p>Tipo 1 Comete rotura por compresión en el centro, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p> </td> <td> <p>Tipo 2 Comete rotura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p> </td> <td> <p>Tipo 3 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p> </td> <td> <p>Tipo 4 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p> </td> <td> <p>Tipo 5 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p> </td> <td> <p>Tipo 6 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p> </td> </tr> </table>															<p>Tipo 1 Comete rotura por compresión en el centro, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 2 Comete rotura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 3 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 4 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 5 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 6 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>								
<p>Tipo 1 Comete rotura por compresión en el centro, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 2 Comete rotura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 3 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 4 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 5 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 6 Fractura por compresión en los extremos, fractura a través de los centros de los cilindros de muestra de 20 mm (1 pulgada).</p>																							
<p>CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL</p> <table border="1"> <caption>Control de Resistencia Referencial</caption> <thead> <tr> <th>Tiempo de Curado (Días)</th> <th>% de Resistencia de Cilindros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>															Tiempo de Curado (Días)	% de Resistencia de Cilindros	0	0	7	75	14	85	21	95	28	100	35	100
Tiempo de Curado (Días)	% de Resistencia de Cilindros																											
0	0																											
7	75																											
14	85																											
21	95																											
28	100																											
35	100																											

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cleza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Genovés Ríos Pacheco
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. O.P. N° 257670

ELEMENTO (a)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																																	
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS																																	
		NORMA ASTM C39 - MTC 7304																																	
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDASO DE ROCA TITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										14-sep-24																							
		CONCRETO CONVENCIONAL				F _c - 280 - Kg/Cm ²				TIPO DE MEZCLA		F _c - 280 - Kg/Cm ²																							
ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	AREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	f _c (%)																					
1	F _c -280 - Kg/Cm ²	31-ago-24	14	14-sep-24	151.96	303.92	12879	5	556.75	5673	18136	513	280	111.8%																					
2	F _c -280 - Kg/Cm ²	31-ago-24	14	24-sep-24	151.96	303.96	12937	3	573.41	5847	18141	522	280	115.1%																					
3	F _c -280 - Kg/Cm ²	31-ago-24	14	14-sep-24	151.96	303.92	12933	1	539.08	5470	18136	303	280	108.2%																					
<p>Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni en la preparación de los probetas, solo se limitó a realizar la rotura del testigo.</p> <p>Las descripciones y fechas de estado de los probetas fueron proporcionadas por el solicitante.</p> <p>Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.</p> <p>El montaje y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.</p>																																			
<p>(*)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE ROTURA</th> <th>ASTM C39</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Tipo 1</td> <td>Comer completamente los probetas en ambos extremos, dejando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tipo 2</td> <td>Comer todo, quedando en un extremo, dejando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tipo 3</td> <td>Fractura vertical, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tipo 4</td> <td>Fractura diagonal, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tipo 5</td> <td>Fractura en los lados en un extremo, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tipo 6</td> <td>Fractura en los lados en un extremo, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).</td> </tr> </tbody> </table>															TIPO DE ROTURA	ASTM C39	DESCRIPCIÓN		Tipo 1	Comer completamente los probetas en ambos extremos, dejando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).		Tipo 2	Comer todo, quedando en un extremo, dejando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).		Tipo 3	Fractura vertical, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).		Tipo 4	Fractura diagonal, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).		Tipo 5	Fractura en los lados en un extremo, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).		Tipo 6	Fractura en los lados en un extremo, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).
TIPO DE ROTURA	ASTM C39	DESCRIPCIÓN																																	
	Tipo 1	Comer completamente los probetas en ambos extremos, dejando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).																																	
	Tipo 2	Comer todo, quedando en un extremo, dejando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).																																	
	Tipo 3	Fractura vertical, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).																																	
	Tipo 4	Fractura diagonal, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).																																	
	Tipo 5	Fractura en los lados en un extremo, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).																																	
	Tipo 6	Fractura en los lados en un extremo, quedando a modo de los capullos de muestra de 25 mm (1 pulgada).																																	
<p>CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL</p> <table border="1"> <caption>Control de Resistencia Referencial</caption> <thead> <tr> <th>Tiempo de Curado (Días)</th> <th>% de Resistencia de Diseño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>															Tiempo de Curado (Días)	% de Resistencia de Diseño	0	0	7	75	14	85	21	95	28	100	36	100							
Tiempo de Curado (Días)	% de Resistencia de Diseño																																		
0	0																																		
7	75																																		
14	85																																		
21	95																																		
28	100																																		
36	100																																		

ELEMENTO (a)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO													
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS													
		NORMA: ASTM C39 - MLC C704													
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLUICHE RUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRIYUADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										28-sep-24			
		CONCRETO CONVENCIONAL				F _c - 280 - Kg/Cm ²			TIPO DE MECIA		F _c - 280 - Kg/Cm ²				
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _c (%)
1	F _c - 280 - Kg/Cm ²	31-ago-24	31-ago-24	28	28-sep-24	150.06	300.12	1.002	2	612.01	62429	17686	353	280	126.0%
2	F _c - 280 - Kg/Cm ²	31-ago-24	31-ago-24	28	28-sep-24	149.88	299.76	1.066	4	561.30	57136	17443	324	280	115.9%
3	F _c - 280 - Kg/Cm ²	31-ago-24	31-ago-24	28	28-sep-24	149.76	299.52	1.201	5	582.58	59406	17620	337	280	120.4%







Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de validación de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

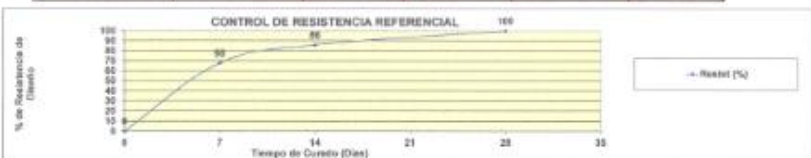
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El ensayo y control de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

(*)


TIPO DE ROTURA	ASTM C39
 <p>Tipo 1 Cometa rotacionalmente por fractura que genera superficies lisas y esféricas. Rotura a menos de 25 mm (1 pulgada).</p>	 <p>Tipo 2 Cometa lisa, formada en 10 segundos. Rotura rotacional a través de los cilindros. Como un bien definido en el otro extremo.</p>
 <p>Tipo 3 Fractura vertical a incrustaciones e irregularidades. Como un bien definido en los testigos.</p>	 <p>Tipo 4 Fractura diagonal en fractura a través de los cilindros. Como un bien definido en los testigos.</p>
 <p>Tipo 5 Fractura en los lados en las partes superior e inferior de la probeta. Como un bien definido en los testigos.</p>	 <p>Tipo 6 Rotura de Tipo 3 para el control de calidad de portland.</p>

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL



→ Resist (%)


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Juan Ojeda Díaz
 LABORATORIA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rincón Rincón
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CR. N° 26787



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA

$F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$




$F'C = 280 \text{ kg/cm}^2$

CANTERA CONCHAN: (25% ARENA
NATURAL Y 75% ROCA TRITURADA)

CANTERA LOS ANDES COLPATUAPAMPA:
PIEDRA CHANCADA TMN 1"



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME DE MATERIALES				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS					
HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS <small>(ASTM D 2216, NYC E 198-2000)</small>					
PROYECTO : *SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022*					
Solicitante: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE	Realizado Por : G.R.R.				
Cantera : CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA	Ing. Responsable : G.R.R.				
Muestra : M-1	Fecha : 26-07-24				
Ubicación del Proyecto : CHOTA					
DATOS DE LA MUESTRA					
Materia: MEZCLA (75 % ARENA NATURAL Y 25 % ROCA TRITURADA)	Uso: Agregado para concreto				
Ubicación de la Muestra: CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA					
Tamaño Máximo: 3/8"					
HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO					
TARRO					
TARRO + SUELO HUMEDO	1250.00				PROMEDIO
TARRO + SUELO SECO	1211.00				
AGUA	39.00				
PESO DEL TARRO	0.00				
PESO DEL SUELO SECO	1211.00				
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.22				3.22
Cantera: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA		Uso: Agregado para concreto			
N° Muestra: M-1					
Materia: Piedra Chancada (agregado grueso)					
Ubicación de la Muestra: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA					
Tamaño Máximo: 1 1/2"					
HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO					
TARRO					
TARRO + SUELO HUMEDO	1510				PROMEDIO
TARRO + SUELO SECO	1458				
AGUA	12.00				
PESO DEL TARRO	0.00				
PESO DEL SUELO SECO	1458				
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.80				0.80
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE					
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC					
TECNICO LEM		GERENTE		COC - LEM	
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:	
 Iván Ojeda Díaz <small>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</small>				 Geremias Rimacelán Rimacelán <small>JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 207070</small>	

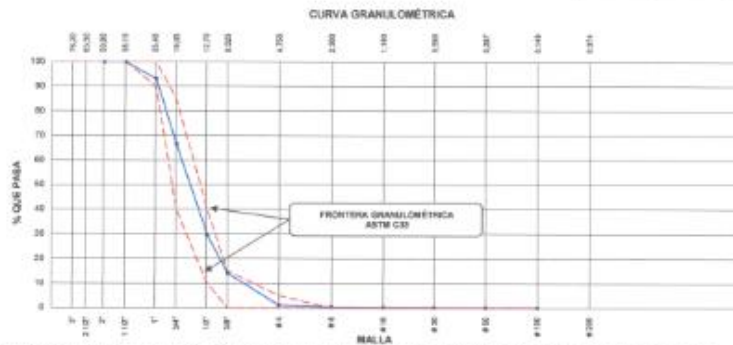
	INFORME	Código	AE-10-02
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"
 Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
 Asesor: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
 Ubicación de Proyecto: CHOTA
 Material: AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

Muestreado por: SOLICITANTE
 Ensayado por: R.C.R.
 Fecha de Ensayo: 26/07/2024
 Turno: Diurno

Tamaño Máximo: 1 1/2"
 Cantón: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
 N° de Muestra: ---
 Progresiva: ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - MISO # 56							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	76.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1"	25.00 mm	1060.0	8.84	8.84	91.16	90.00	100.00
3/4"	19.00 mm	4100.0	26.44	35.28	64.72	40.00	85.00
1/2"	12.50 mm	5750.0	37.13	72.42	27.58	10.00	40.00
3/8"	9.50 mm	2395.0	15.45	87.87	12.13	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	2015.0	12.99	100.86	-1.86	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	121.0	0.78	101.64	-0.64	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	21.0	0.14	101.78	-0.22	0.00	0.00
# 30	600 µm	9.0	0.06	101.83	-0.17	0.00	0.00
# 60	300 µm	4.2	0.03	101.86	-0.14	0.00	0.00
# 100	150 µm	2.4	0.02	101.91	-0.09	0.00	0.00
Fondo	-	14.0	0.09	102.00	-0.00	-	-
						MF	7.95
						TMV	M ^o 1 ^o



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	COC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORIO DE ANÁLISIS DE CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Gerardo Alvarado JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 267870

	INFORME	Código	AE-FO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1
Proyecto	"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESEDO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"		
Solicitante	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Muestreado por :	SOLICITANTE
Atención	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Ensayado por :	R.C.R
Utilización de Proyecto	CHOTA	Fecha de Ensayo:	28/07/2024
Material	AGREGADO GRUESO	Tiempo:	Duero
Tamaño Máximo	1 1/2"		
Centro:	LOS ANDES COLPA TUAPAMPA		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

DATOS		A	
1	Peso de la muestra sas	2300.0	
2	Peso de la muestra sas sumergida	1415.0	
3	Peso de la muestra secada al horno	2200.0	

RESULTADOS	1	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.568	2.598
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.569	2.598
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.617	2.617
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.4	0.4

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Iván Cieza Díaz LABORATORISTA EN LOS CONCRETOS Y ARBOLIZ	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Geremías Rimacochi Rimpachin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL. REG. CIP. N° 252870



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"

Solicitante: JORGE LUIS COLINCHÉ BUSTAMANTE

Realizado Por: R.C.R

Cantera: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA

Ing. Responsable: G.R.R

Muestra: M-1

Fecha: 26-07-24

Ubicación del Proyecto: CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Piedra Chancada (agregado grueso)

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA

Tamaño Máximo: 11.0"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	26290	26380	26370
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	19666	19756	19746
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1.403	1.409	1.408
PROMEDIO		1.407 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	28240	28180	28210
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	21616	21556	21586
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1542	1537	1539
PROMEDIO		1,539 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

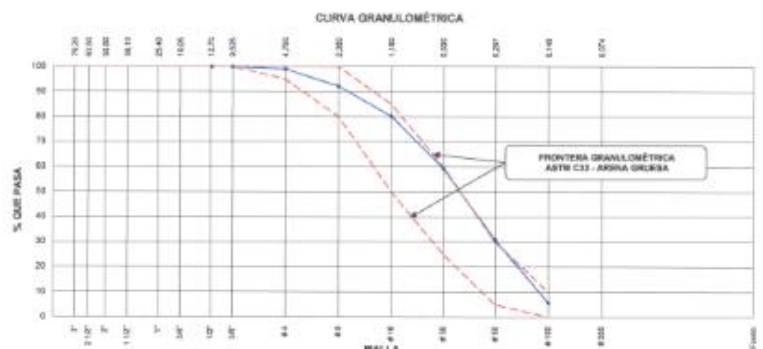
TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma: Iván Cieza Díaz LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: Geremias Rómulo Romarichín JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL - REG. CIP. INGENIERO

	INFORME	Código:	88-FO-02
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión:	01
		Fecha:	-
		Página:	1 de 1

Proyecto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"
Solicitante: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE **Muestreado por:** SOLICITANTE
Atención: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE **Ensayado por:** R.C.R.
Ubicación de Proyecto: CHOTA **Fecha de Ensayo:** 26/07/2024
Material: MEZCLA (75 % ARENA NATURAL Y 25 % ROCA TRITURADA) **Turno:** Diurno

Tamaño Máximo: 3/8"
Procedencia: CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
N° de Muestra: ---
Progresiva: ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
	Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LM INF"	ASTM "LM SUP"
	4"	100.00 mm				100.00	100.00
	3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
	3"	75.00 mm				100.00	100.00
	2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
	2"	50.00 mm				100.00	100.00
	1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
	1"	25.00 mm				100.00	100.00
	3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
	1/2"	12.50 mm				100.00	100.00
	3/8"	9.50 mm			100.00	100.00	100.00
	# 4	4.75 mm	4.8	0.91	99.09	95.00	100.00
	# 8	2.36 mm	36.1	8.57	91.43	80.00	100.00
	# 16	1.18 mm	83.2	12.03	87.97	50.00	85.00
	# 30	600 µm	109.7	20.89	79.11	25.00	60.00
	# 60	300 µm	149.9	29.94	70.06	5.00	30.00
	# 100	150 µm	121.7	25.08	74.92	0.00	10.00
	Fondo	-	29.8	8.87	100.00	0.00	-
						MF	2.33
						TMV	---



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORISTA SENAM CONCRETO Y ASFALTO	GERENTE Nombre y firma: _____	CCO - LEM Nombre y firma:  Geremias Rimerachin Riquelme JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 287370

	INFORME	Código	AE-FO-87
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto	"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"		
Solicitante	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Muestreado por	SOLICITANTE
Atención	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Ensayado por	R. C. R.
Ubicación del Proyecto	CHOTA	Fecha de Ensayo	26/07/2024
Material	MEZCLA (75 % ARENA NATURAL Y 25 % ROCA TRITURADA)	Turno	Diurno
Tamaño Máximo	3/8"		
Cantera	CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

IDENTIFICACIÓN		T		
A	Peso Mat. Sol. Sup. Seco (SSS)	100.0		
B	Peso Frasco + agua	693.4		
C	Peso Frasco + agua + material SSS	703.4		
D	Peso del Mat. Seco	92.5		
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.551		2.551
Pe Bulk (Base Saturado) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.564		2.564
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.800		2.800
% Absorción = 100*(A-D)/D)		0.5		0.5

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	COC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC LABORATORIO DE LOS CONCRETOS Y ASFALTOS	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Geremías Rimbautín Rimbautín JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 267678



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

PROYECTO "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE **Realizado Por :** R.C.R
Cantera: CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA **Ing. Responsable :** G.R.R
Muestra: M-1 **Fecha :** 26-07-24

Ubicación del Proyecto CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: MEZCLA (75 % ARENA NATURAL Y 25 % ROCA TRITURADA) **Uso:** Agregado para concreto
Ubicación de la Muestra : CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
Tamaño Máximo: 3/8"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	6741	6720	6728
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4203	4182	4190
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1478	1470	1473
PROMEDIO		1,474 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	7163	7150	7178
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4625	4612	4640
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1626	1622	1632
PROMEDIO		1,626 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

TECNICO LEM	GERENTE	CDC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Iván Qteza Díaz LABORATORISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ASPHALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Geremias Rimorachin Rimorachin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 262870

GSE		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
GSE		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
GSE		NORMA ASTM C39 - MEC 1704												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDIADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".									7-sep-24			
ELEMENTO (s)	CONCRETO CONVENCIONAL	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)			TIPO DE MEZCLA			F _c - 210 - Kg/Cm ²						
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO (días)	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (Kg)	CARGA (Kg)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	f _c (%)
1	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	31-ago-24	7	7-sep-24	150.86	301.72	12750	5	381.13	38864	17875	217	230	103.5%
2	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	31-ago-24	7	7-sep-24	150.71	301.42	13043	2	410.54	41863	17820	235	230	111.7%
3	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	31-ago-24	7	7-sep-24	151.01	302.02	12980	5	391.24	40000	17810	224	230	105.6%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el ensayo de las probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.

La descripción y datos de validez de las probetas fueron proporcionados por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El molde y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

1*)

Tipo 1

Comete una rotura plana, formando un ángulo aproximado de 45° con la línea de la carga. Se debe observar un ángulo de 45° con la línea de la carga.

Tipo 2

Comete una rotura irregular, formando un ángulo de 45° con la línea de la carga. Se debe observar un ángulo de 45° con la línea de la carga.

Tipo 3

Comete una rotura irregular, formando un ángulo de 45° con la línea de la carga. Se debe observar un ángulo de 45° con la línea de la carga.

Tipo 4

Comete una rotura irregular, formando un ángulo de 45° con la línea de la carga. Se debe observar un ángulo de 45° con la línea de la carga.

Tipo 5

Comete una rotura irregular, formando un ángulo de 45° con la línea de la carga. Se debe observar un ángulo de 45° con la línea de la carga.

Tipo 6

Comete una rotura irregular, formando un ángulo de 45° con la línea de la carga. Se debe observar un ángulo de 45° con la línea de la carga.

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL

→ RESULT (%)

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerardo Ríos Sánchez
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. OP. N° 267870

ELEMENTO (h)		CONCRETO CONVENCIONAL	F'c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL 25 % ROCA TRITURADA)				TIPO DE MEZCLA		F'c - 210 - Kg/Cm ²					
ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA Kg/Cm ²	F'c (Kg/cm ²)	F'c (%)
1	F'c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	31-ago-24	14	10-sep-24	151.87	303.74	12996	5	468.02	47785	18115	264	210	125.6%
2	F'c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	31-ago-24	14	10-sep-24	153.97	303.94	12911	3	451.20	46009	18136	254	210	120.8%
3	F'c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	31-ago-24	14	10-sep-24	153.79	303.58	12996	2	400.85	47605	18096	263	210	125.3%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio se ha interesado en la elaboración, el ensayo de los probetas; así se invita a realizar la copia del testigo.

La descripción y fechas de validez de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El método y cuidado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

(*)

Tipo 1
Como regularmente son formadas en ensayos estándar. Rotura a través de los cubos de los probetas de ensayo de 28 días (*)

Tipo 2
Como usual. Formadas en un ensayo. Rotura vertical a través de los cubos, como en los definidos en el otro estándar

Tipo 3
Fracturas verticales azucaradas a través de los cubos, como en los definidos en el otro estándar

Tipo 4
Fractura diagonal con rotura a través de los cubos, como en los definidos en el otro estándar

Tipo 5
Fractura en los lados en las partes superior e inferior, como en los definidos en el otro estándar

Tipo 6
Rotura a Tipo 2 pero el cubo de los cubos de ensayo

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL

% de Resistencia de Diseño

Tiempo de Curado (Días)

Resist (%)

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cleza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Almonacid Almonacid
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. CP N° 207870

ELEMENTO (a)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA: ASTM C39 - MTC 5704												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLLINCHIE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										28-sep-21		
		CONCRETO CONVENCIONAL			F _c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)			TIPO DE MEZCLA		F _c - 210 - Kg/Cm ²				
ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA Kg/Cm ²	f _c (Kg/cm ²)	f _c (%)
1	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	23-ago-24	28	28-sep-24	150.99	301.98	12798	5	501.63	51355	17925	287	210	136.6%
2	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	23-ago-24	28	28-sep-24	150.81	301.62	12862	5	527.29	53768	17963	301	210	143.3%
3	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (75% DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	23-ago-24	28	28-sep-24	151.48	302.96	15114	5	494.23	50897	18222	280	210	133.2%

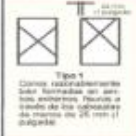
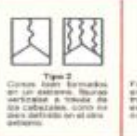
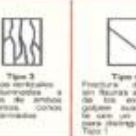
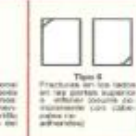
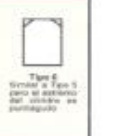

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni manejo de las probetas; solo se limitó a medir la resistencia del testigo.

La descripción y fecha de estado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.


Las resistencias fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El ensayo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

(*)

TIPO DE ROTURA	ASTM C39
 <p>Tipo 1 Comun, usualmente bajo condiciones de ensayo estándar. Resulta a través de los capataces de espesor de 25 mm (1" pulgadas).</p>	 <p>Tipo 2 Comun, usualmente en un ensayo. Resulta mediante el modo de las cabeceras, como se indica detallado en el otro apartado.</p>
 <p>Tipo 3 Fractura horizontal, usualmente asociada a fracturas diagonales, usualmente, como se indica detallado en el otro apartado.</p>	 <p>Tipo 4 Fractura diagonal, sin fracturas a través de los capataces. Usualmente, como se indica detallado en el otro apartado.</p>
 <p>Tipo 5 Fracturas en los lados, sin las partes superior e inferior, como se indica detallado en el otro apartado.</p>	 <p>Tipo 6 Rotura a Tipo 5, pero el eje de rotación es horizontal.</p>

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL



→ Resist (%)

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Alvarado Alvarado
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 207870



ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE

Cantera A.F: CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA

Cantera A.G: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA

Materia: (75 % ARENA NATURAL, 25 % DE ROCA TRITURADA)

Estructura: DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tamaño Máximo: 1 1/2"

Hecho Por: R.C.R

Ing. Responsable: G.R.R

Fecha: 28/07/2024

Método de Diseño ACI - (Comité 211)
DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 Kg/cm²

DATOS			VOLUMENES ABSOLUTOS		
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO			Cemento	0.112	m ³
F'c (Diseño)	210	Kg/cm ²	Agua	0.219	m ³
			Aire	0.015	m ³
			Agregado Grueso	0.340	m ³
			Sub Total	0.696	m ³
CEMENTO FACASWAYO PORTLAND TIPS I			CONTENIDO DE AGREGADO FINO		
Tipo I	FACASWAYO		Volumen Absoluto Fino	0.314	m ³
Peso Específico	3.15		Peso Fino Seco	808.3	Kg/m ³
AGREGADO FINO			VALORES DE DISEÑO		
Peso Específico	2.554	TNm ³	Cemento	353	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1.626	TNm ³	Agua	219	Litros
Peso Unitario Suelto	1.474	TNm ³	Agregado Fino Seco	805	Kg/m ³
Absorción	0.50	%	Agregado Grueso Seco	690	Kg/m ³
Humedad	3.22	%			
Módulo de Finera	2.35				
AGREGADO GRUESO CHANCADO			CORRECCION POR HUMEDAD		
Tam. Máx. Nominal	1"	25.40 mm	Agregado Fino Húmedo	831	Kg/m ³
Peso Específico	2.588	TNm ³	Agregado Grueso Húmedo	857	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1.539	TNm ³			
Peso Unitario Suelto	1.407	TNm ³	HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS		
Absorción	5.54	%	Agregado Fino	2.72	%
Humedad	3.85	%	Agregado Grueso	0.4	%
ADITIVOS EN LA MEZCLA			APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS		
			Agregado Fino	21.9	Litros
			Agregado Grueso	3.2	Litros
			Aporte de Humedad	25.1	Litros
			Agua efectiva	194	Litros
PROCESAMIENTO			PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Ajustamiento	3" - 4"	cala	Comento	353	Kg/m ³
Volumen Unitario de Agua	213.7	Litros	Agua Efectiva	194	Litros
Contenido de Aire	1.50	%	Agregado Fino Húmedo	831	Kg/m ³
Relación a/c Resistencia	0.62	a/c	Agregado Grueso Húmedo	887	Kg/m ³
Factor Cemento	393	Kg/m ³			
Factor Cemento	9.30	Bolsas/m ³			
VOLUMENES ABSOLUTOS M ³ DE MEZCLA			AGREGADOS EN LA MEZCLA		
Cemento	0.112	m ³	Agregado Fino en %	48.0%	%
Agua	0.219	m ³	Agregado Grueso en %	32.0%	%
Aire	0.015	m ³	Agregado Grueso en la Mezcla	100.0%	%
			Índice de Agregado Fino	0.3141	m ³
			Índice de Agregado Grueso	0.3402	m ³
			Agregado Fino Sin Corregir	825.3	Kg/m ³
			Agregado Grueso Sin Corregir	892.4	Kg/m ³

RESULTADOS FINALES
PROPORCIONES EN PESO

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	2.36	2.52	0.55

PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento Bolsa	Ag. Fino m ³	Ag. Grueso m ³	Agua Litros
1.00	2.40	2.88	23.3

PESO POR TANDA

Cemento	Agua Efectiva	Agregado Fino	Agregado Grueso
42.5	25.3	100.2	166.9

PROPORCIONES EN BALDES

Cemento Bolsa	Baldes Agregado Fino	Baldes Agregado Grueso	Agua Litros
1.00	3.78	4.22	23.3

Observaciones: Las Proporciones en Baldes, Corresponde a un Balde de Capacidad de 18 Litros

OBSERVACIONES:

Los Cálculos de Diseño están basados en las verificaciones de los ensayos de laboratorio. En caso que las Características Placas y Modulos de los Agregados Presente alguna variación o discrepancia, se deberá volver a realizar el ajuste del Diseño de Mezcla.

Iván Cereza Díaz
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimacachi Rinaoachia
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL. REG. CP. N° 267870



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA: ASTM C39 - MTC 1704

SOLICITANTE: JORGE LUIS COLINCHÉ BUSTAMANTE

PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGRIGADO FINO POR RESIDUO ZARANDIADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

5-sep-24

ELEMENTO (C)	CONCRETO CONVENCIONAL		F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL 25 % ROCA TRITURADA)		TIPO DE MEZCLA		F _c -280 - Kg/Cm ²							
	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (Kg)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _c (%)
1	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	7	9-sep-24	150.80	301.60	12097	5	238.01	46581	17860	227	280	81.2%
2	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	7	9-sep-24	151.08	302.16	12423	3	421.93	43024	17827	240	280	85.7%
3	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	7	9-sep-24	150.09	300.18	12158	5	401.60	40551	17693	221	280	82.7%

Observaciones y comentarios: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vencido de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

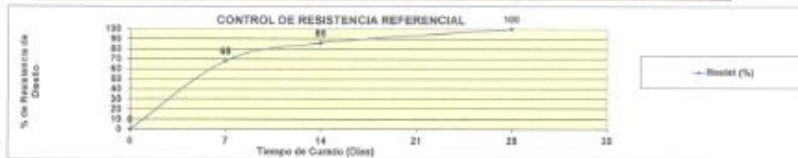
Las muestras fueron elaboradas y preparadas por el solicitante.

El realce y curado de las probetas ha sido realizado por el solicitante.

TIPO DE ROTURA

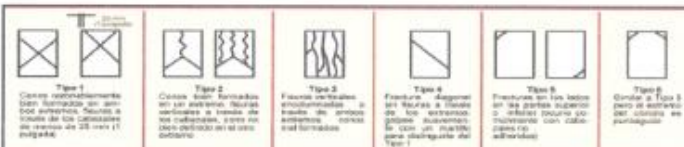

ASTM C39

Tipo 1: Corte rectilíneo, con fragmentos de 25 mm de espesor. Rotura a través de las columnas de rebar de 25 mm diámetro.
Tipo 2: Como las probetas en las probetas. Rotura vertical y horizontal de los columnas, como el tipo 1.
Tipo 3: Fractura vertical asimétrica, a través de ambos columnas, como el tipo 1.
Tipo 4: Fractura diagonal en forma de "Z" de los columnas, como el tipo 1.
Tipo 5: Fractura horizontal asimétrica, como el tipo 1.
Tipo 6: Rotura a tipo 2, pero el concreto se fragmenta.



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremías Rimacachi Rimacachi
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 257876

ELEMENTO (1)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA: ASTM C39 - MTC E704												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										16-sep-24		
CONCRETO CONVENCIONAL		F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)					F _c -280 - Kg/Cm ²							
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _c (%)
1	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	14	16-sep-24	151.23	302.46	13000	2	549.60	56043	17962	312	280	111.4%
2	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	18	16-sep-24	150.47	300.94	12175	5	530.14	54058	17782	304	280	108.6%
3	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	18	16-sep-24	151.92	303.86	13080	3	528.26	54886	18229	303	280	108.3%
Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el momento de las pruebas solo se limitó a realizar la rotura del testigo.														
La elección y fecha de validación de las pruebas fueron proporcionadas por el solicitante.														
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.														
El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.														
(*)														
 <p>TIPO DE ROTURA</p> <p>ASPCN CIP</p>														
 <p>CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL</p> <p>% de Resistencia en Tiempo</p> <p>Tiempo de Curado (Días)</p> <p>→ Resist (%)</p>														

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORABISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimbautín Rimbautín
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP. N° 267970

ELEMENTO (6)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA: ASTM C39 - MTC E704												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										30-sep-24		
ITEM	ELEMENTO	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL 25 % ROCA TRITURADA)				TIPO DE MEZCLA		F _c -280 - Kg/Cm ²						
		FECHA DE MUESTREO (MES)	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (°)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _c (%)
1	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	7-sep-24	28	30-sep-24	150.21	300.42	12254	5	562.61	60425	17721	341	280	121.8%
2	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	28	30-sep-24	150.85	301.70	12318	2	556.35	56751	17872	317	280	113.4%
3	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	28	30-sep-24	155.32	302.64	12118	2	556.68	60843	17384	338	280	120.8%
Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el muestreo de las probetas solo se limitó a realizar la rotura del testigo.														
La descripción y fechas de estado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.														
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.														
El muestreo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.														
(*)														
TIPO DE ROTURA														
ASTM C39														

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Romero In Almagachi
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL, REG. CP N° 207670



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA

$F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$

$F'C = 280 \text{ kg/cm}^2$

CANTERA CONCHAN: (50% ARENA
LABORATORIO
NATURAL Y 50% ROCA TRITURADA)

CANTERA LOS ANDES COLPATUAPAMPA:

PIEDRA CHANCADA TMN 1"






LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

Iván Cieza Díaz
LABORATORISTA DE SUELOS CONCRETO Y ABRILTO

LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

Geremías Ríos
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. COP. N° 28730

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME DE MATERIALES				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS					
HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS <small>(ASTM D 2216, MTC E 199-2009)</small>					
PROYECTO : *SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022*.					
Solicitante: JORGE LUIS COLINCHÉ BUSTAMANTE	Realizado Por: R.C.R.				
Cantera : CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA	Eng. Responsable : G.R.R.				
Muestra : M-1	Fecha : 26-07-24				
Ubicación del Proyecto : CHOTA					
DATOS DE LA MUESTRA					
Material : MEZCLA (50 % ARENA NATURAL Y 50 % ROCA TRITURADA)	Uso: Agregado para concreto				
Ubicación de la Muestra: CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA					
Tamaño Máximo: 38"					
HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO					
TARRO					
TARRO + SUELO HUMEDO	1285.00				PROMEDIO
TARRO + SUELO SECO	1228.00				
AGUA	37.00				
PESO DEL TARRO	0.00				
PESO DEL SUELO SECO	1228.00				
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.01				3.01
Cantera: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA		Uso: Agregado para concreto			
N°Muestra: M-1					
Materia: Piedra Chancada (agregado grueso)					
Ubicación de la Muestra: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA					
Tamaño Máximo: 1 1/2"					
HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO					
TARRO					
TARRO + SUELO HUMEDO	1510				PROMEDIO
TARRO + SUELO SECO	1498				
AGUA	12.00				
PESO DEL TARRO	0.00				
PESO DEL SUELO SECO	1498				
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.80				0.80
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE					
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC					
TECNICO LEM		GERENTE		CQC - LEM	
Nombre y firma:   LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Iván Cleja Díaz <small>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</small>		Nombre y firma: 		Nombre y firma:   LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Gerardo Bustamante Bustamante <small>JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. O.P.N° 287810</small>	

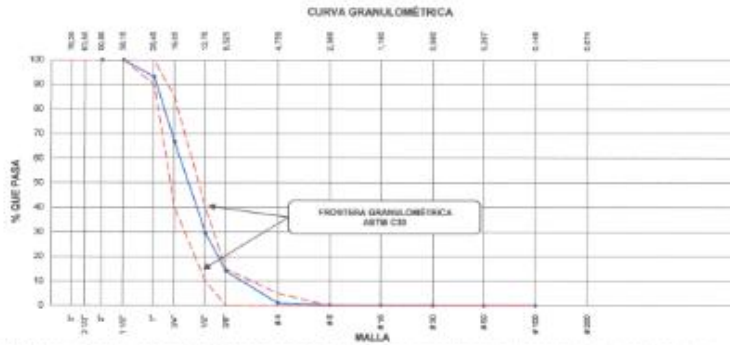
	INFORME	Código	AE-PO-03
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".
 Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
 Atención: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
 Ubicación de Proyecto: CHOTA
 Material: AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

Muestreado por: SOLICITANTE
 Ensayado por: R.C.H
 Fecha de Ensayo: 26/07/2024
 Turno: Diurno

Tamaño Máximo: 1 1/2"
 Cantón: LOS ANDES COLPA TUPAMPAPA
 N° de Muestra: 1 --
 Progresivo: 1 --

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - MISO # 98							
Malla		Peso Retenido g	% Pasa Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LM INF"	ASTM "LM SUP"
4"	101.60 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1"	25.00 mm	1069.0	8.84	8.84	91.16	93.00	100.00
3/4"	19.00 mm	4109.0	28.44	37.28	62.72	49.00	85.00
1/2"	12.50 mm	5760.0	37.15	74.43	25.57	10.00	49.00
3/8"	9.50 mm	2395.0	15.45	89.88	10.12	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	2015.0	12.99	98.88	1.12	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	121.8	0.78	99.66	0.34	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	21.0	0.14	99.78	0.22	0.00	0.00
# 30	600 µm	9.0	0.06	99.83	0.17	0.00	0.00
# 60	300 µm	4.2	0.03	99.86	0.14	0.00	0.00
# 100	150 µm	7.4	0.05	99.91	0.09	0.00	0.00
Fondo	-	14.0	0.09	100.00	0.00	-	-
						MF	7.06
						TMN	N° 1"



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	COC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORANTISTA EN CEMENTO Y ÁRREDO	Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Geremías Rimanacachi Rimanacachi JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 251870

	INFORME		Código	AE-FO-78	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-16		Versión	01	
			Fecha	-	
			Página	1 de 1	
Proyecto	"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDIADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"			Muestreado por	SOLICITANTE
Solicitante	JORGE LUIS COLLINCHI BUSTAMANTE			Ensayado por	R. C. R.
Atención	: JORGE LUIS COLLINCHI BUSTAMANTE			Fecha de Ensayo	25/07/2024
Ubicación de Proyecto	CHOTA			Turno	Diario
Material	: AGREGADO GRUESO				
Tamaño Máximo	1 1/2"				
Cantera	LOS ANDES COLPA TUAPAMPA				
N° de Muestra	: ---				
Progresiva	: ---				

DATOS		A	
1	Peso de la muestra sss	2300.0	
2	Peso de la muestra sss sumergida	1415.0	
3	Peso de la muestra secada al horno	2290.0	

RESULTADOS	1	PROMEDIO
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.588	2.588
PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	2.588	2.588
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.617	2.617
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.4	0.4

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	OCC - LEM
Nombre y Firma:	Nombre y Firma:	Nombre y Firma:
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC <i>Iván Cleja Díaz</i> LABORATORISTA S.S. EN CONCRETO Y ASFALTO		 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC <i>Jorge Luis Collinchi Bustamante</i> Gerente Comercial Abstracción GSE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. C.P. N° 287870



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

Obra : "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE

Realizado Por : R.C.R

Cantera: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA

Ing. Responsable : G.R.R

Muestra: M-1

Fecha : 26-07-24

Ubicación del Proyecto CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Piedra Chancada (agregado grueso)

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra : LOS ANDES COLPA TUAPAMPA

Tamaño Máximo: 1 1/2"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	26290	26380	26370
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	19666	19756	19746
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1.403	1.409	1.408
PROMEDIO		1.407 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	28240	28180	28210
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	21616	21556	21586
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1542	1537	1539
PROMEDIO		1,539 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

Iván Cieza Díaz
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GERENTE

Nombre y firma:

CCC - LEM

Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

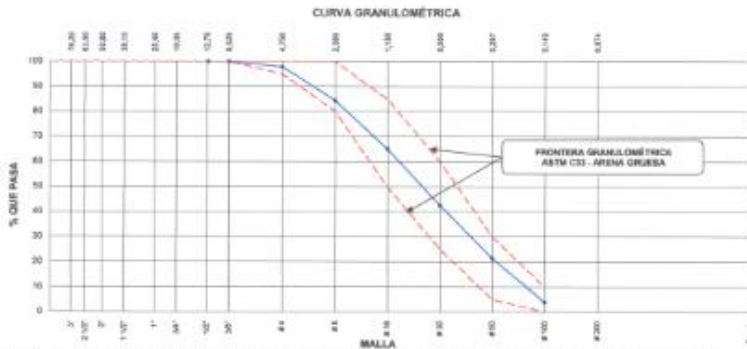
Geremías Rinaucucha Rinaucucha
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CIPM 257629

	INFORME	Código	AG-PO-03
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARAFANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"
Solicitante: JORGE LUIS COLLINCHE BUSTAMANTE **Muestreado por:** SOLICITANTE
Atención: JORGE LUIS COLLINCHE BUSTAMANTE **Ensayado por:** R.C.R.
Ubicación de Proyecto: CHOTA **Fecha de Ensayo:** 25/07/2024
Materia: MEZCLA (50 % ARENA NATURAL Y 50 % ROCA TRITURADA) **Turno:** Diurno

Tamaño Máximo: 3/8"
Procedencia: CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
N° de Muestra: ---
Progresiva: ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
	Malla	Peso Referido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	78.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	12.0	2.13	2.13	97.87	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	75.9	15.50	15.63	84.37	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	108.6	19.31	34.95	65.05	50.00	85.00
# 30	600 µm	127.1	22.80	67.65	32.35	25.00	60.00
# 60	300 µm	118.7	21.11	75.66	24.34	5.00	30.00
# 100	150 µm	93.4	17.50	86.16	13.84	0.00	10.00
Fondo	-	21.8	3.94	100.00	0.00	-	-
						MF	2.85
						TMN	---



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CCC - LEM
Nombre y Firma:  Ivan Cieza Diaz LABORANTISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y Firma: _____ _____	Nombre y Firma:  Geremias Ambascetta JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL - REG. CIP. N° 267870

	INFORME		Código	AE-FD-67
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C126-15		Versión	01
			Fecha	-
			Página	1 de 1
Proyecto	"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"			
Solicitante	JORGE LUIS COLLINCHE BUSTAMANTE	Muestreado por	SOLICITANTE	
Mención	JORGE LUIS COLLINCHE BUSTAMANTE	Ensayado por	R.C.R	
Ubicación del Proyecto	CHOTA	Fecha de Ensayo	26/07/2024	
Material	MEZCLA (85 % ARENA NATURAL Y 50 % ROCA TRITURADA)	Turno	Diurno	
Tamaño Máximo	3/8"			
Carrera	CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA			
N° de Muestra	-			
Progresiva	-			

IDENTIFICACIÓN		1		
A.	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	102.0		
B	Peso Frasco + agua	609.2		
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	750.4		
D	Peso del Mat. Seco	89.5		
Pc Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.564		2.564
Pc Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.577		2.577
Pc Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.000		2.000
% Absorción = 100*(A-C)/D)		0.9		0.6

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CCO - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORISTA (SUS) (S) CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Geremias Almonacid Almonacid JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 207870



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

Obra : "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE **Realizado Por :** R.C.R
Cantera: CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA **Ing. Responsable :** G.R.R
Muestra: M-1 **Fecha :** 26-07-24

Ubicación del Proyecto CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: MEZCLA (50 % ARENA NATURAL Y 50 % ROCA TRITURADA) **Uso:** Agregado para concreto
Ubicación de la Muestra : CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
Tamaño Máximo: 3/8"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	6725	6728	6736
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4187	4190	4198
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1472	1473	1476
PROMEDIO		1,474 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	7201	7217	7210
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4663	4679	4672
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1640	1645	1643
PROMEDIO		1,643 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	GERENTE	COC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Iván Cieza Díaz LABORATORISTA DE LOCALES Y SUELOS	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimacachi Rimacachi JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. Nº 267870



ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Obras: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARAMEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE Hecho Por: R.C.R

Carrera A.F.: COMCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA Ing. Responsable: G.R.R

Carrera A.G.: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA Fecha: 26/07/2024

Materia: MEZCLA (90 % ARENA NATURAL Y 10 % ROCA TRITURADA)

Estructura: DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tamaño Máximo: 1 1/2"

Método de Diseño ACI - (Comité 211)
DISEÑO DE CONCRETO Fc 210 Kg/cm2

DATOS CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO		
Fc (Diseño)	210	Kg/cm ²

CIMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I		
Tipo I		
Piso Especifico: PACASMAYO		
3.18		
AGREGADO FINO		
Peso Especifico	2.977	T/m ³
Peso Unitario Compactado	1.645	T/m ³
Peso Unitario Suelto	1.474	T/m ³
Absorción	0.50	%
Humedad	3.01	%
Modulo de Finura	2.86	

AGREGADO GRUESO CHANCADO		
Tam. Máx. Nominal	1"	25.40 mm
Peso Especifico	2.888	T/m ³
Peso Unitario Compactado	1.530	T/m ³
Peso Unitario Suelto	1.407	T/m ³
Absorción	3.44	%
Humedad	0.80	%

ADITIVOS EN LA MEZCLA		

PROCESAMIENTO		
Asentamiento	5" - 4"	in/s
Volumen Unitario de Agua	219.9	L/m ³
Contenido de Aire	1.30	%
Relación a/c Resistencia	0.02	a/c
Factor Cemento	353	Kg/m ³
Factor Cemento	8.30	Bolsas/m ³

VOLUMENES ABSOLUTOS M3/M3 DE MEZCLA		
Cemento	0.112	m ³
Agua	0.219	m ³
Aire	0.015	m ³
Peso Agregados	0.345	m ³
	0.695	m ³

VOLUMENES ABSOLUTOS		
Cemento	0.112	m ³
Agua	0.219	m ³
Aire	0.015	m ³
Agregado Grueso	0.340	m ³
Sub-Total	0.686	m ³

CONTENIDO DE AGREGADO FINO		
Volumen Absoluto Fino	0.314	m ³
Peso Fino Seco	808.3	Kg/m ³

VALORES DE DISEÑO		
Cemento	353	Kg/m ³
Agua	219	L/m ³
Agregado Fino Seco	809	Kg/m ³
Agregado Grueso Seco	800	Kg/m ³

CORRECCION POR HUMEDAD		
Agregado Fino Húmedo	834	Kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	887	Kg/m ³

HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS		
Agregado Fino	2.51	%
Agregado Grueso	0.4	%

APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS		
Agregado Fino	20.3	L/m ³
Agregado Grueso	3.2	L/m ³
Aporte de Humedad	23.5	L/m ³
Agua efectiva	195	L/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	353	Kg/m ³
Agua Efectiva	195	L/m ³
Agregado Fino Húmedo	834	Kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	887	Kg/m ³
	2269	Kg/m ³

AGREGADOS EN LA MEZCLA		
Agregado Fino en %	49.0%	%
Agregado Grueso en %	37.0%	%
Agregado Total en la Mezcla	100.0%	%
Incidencia de Agregado Fino	0.3140	m ³
Incidencia de Agregado Grueso	0.3402	m ³
Agregado Fino Sin Corregir	936.3	Kg/m ³
Agregado Grueso Sin Corregir	850.2	Kg/m ³

RESULTADOS FINALES
PROPORCIONES EN PESO

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	2.36	2.51	0.66

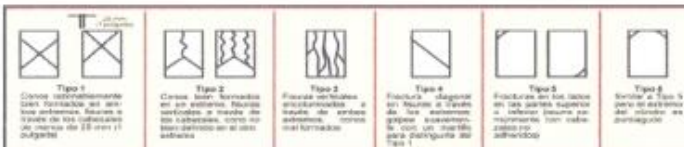

PROPORCIONES EN VOLUMEN				PESO POR TANDA	
Cemento Bolsa	Ag. Fino c3	Ag. Grueso c3	Agua Litros	Cemento	Kg./Bolsa
1.00	2.41	2.60	23.5	42.5	42.5
				Agua Efectiva	23.5
				Agregado Fino	100.4
				Agregado Grueso	106.9

PROPORCIONES EN BALDES			
Cemento Bolsa	Baldes Agregado Fino	Baldes Agregado Grueso	Agua Litros
1.00	3.78	4.22	23.5

Observaciones: Las Proporciones en Baldes, Corresponde a un Balde de Capacidad de 18 Litros

OBSERVACIONES:
Los Cálculos de Diseño están basados a las variaciones de este producto, por lo que es obligatorio, en caso que las Constantes Físicas y Mecánicas de los Agregados, Presente alguna variación o distintos resultados, en las Carteras Usadas, en Consultar con el Ing. Responsable y realizar el ajuste del Diseño de Mezcla.



ELEMENTO (1)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA ASTM C39 ATC E704												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										16-sep-24		
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	F _c -210 - Kg/Cm ² - (50% DE ARENA NATURAL - 50 % ROCA TRITURADA)				F _c -210 - Kg/Cm ²					
					DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (Kg)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	f _c (%)
1	F _c -210 - Kg/Cm ² - (50% DE ARENA NATURAL - 50 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	14	16-sep-24	151.68	303.36	12806	5	464.30	47545	18070	262	210	124.8%
2	F _c -210 - Kg/Cm ² - (50% DE ARENA NATURAL - 50 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	14	16-sep-24	151.40	303.20	13035	2	462.02	47112	18050	261	210	124.8%
3	F _c -210 - Kg/Cm ² - (50% DE ARENA NATURAL - 50 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	14	16-sep-24	149.54	299.08	12110	2	450.02	45889	17563	201	210	124.8%
Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestra de las probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.														
La descripción y fecha de estado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.														
Las muestras fueron elaboradas y preparadas por el solicitante.														
El método y estado de las probetas ha sido realizado por el solicitante.														
<p>(*)</p> <p>TIPO DE ROTURA</p> <p>ASTM C39</p>  <p>CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL</p>  <p>→ Resist (%)</p>														

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Iván Ciega Díaz
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Geremías Almarochín Rodríguez
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 207870

ELEMENTO (A)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO													
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS													
		NORMA ASTM C39 - MTC E394													
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE HOCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"										30-sep-24			
		F _c - 210 - Kg/Cm ² - (50% DE ARENA NATURAL - 50% ROCA TRITURADA)				TIPO DE MEDIDA		F _c - 210 - Kg/Cm ²							
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	f _c (%)
1	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (50% DE ARENA NATURAL - 50% ROCA TRITURADA)	2-sep-24		28	30-sep-24	150.78	301.56	1.8167	2	518.07	52817	1786	295	210	129.5%
2	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (50% DE ARENA NATURAL - 50% ROCA TRITURADA)	2-sep-24		28	30-sep-24	151.41	302.82	1.9388	3	520.89	53515	18005	295	210	140.5%
3	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (50% DE ARENA NATURAL - 50% ROCA TRITURADA)	2-sep-24		28	30-sep-24	151.57	303.14	1.9128	5	497.30	50710	18083	281	210	133.8%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se hizo a realizar la cura del ensayo.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las resistencias fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

*)

Tipo 1

Concreto totalmente bien formado en un molde. Rotura vertical a través del centro de la probeta en el eje vertical.

Tipo 2

Concreto bien formado en un molde. Rotura vertical a través del centro de la probeta en el eje vertical.

Tipo 3

Fractura vertical a través del centro de la probeta en el eje vertical.

Tipo 4

Fractura diagonal a través del centro de la probeta en el eje vertical.

Tipo 5

Fractura en los bordes de la probeta en el eje vertical.

Tipo 6

Fractura en los bordes de la probeta en el eje vertical.

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL

→ Resist (%)

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimbachín Rimbachín
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL. REG. COP. N° 261970



ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Objeto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUINCHI BUSTAMANTE Fecha Per: R.C.R.

Cantera A.P. CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA Ing. Responsable: G.R.R.

Cantera A.G. LOS ANDES COLPA TUAPAMPA Fecha: 26/07/2024

Materia: MEZCLA (80 % ARENA NATURAL Y 20 % ROCA TRITURADA)

Estructura: DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tamaño Máximo: 1.19"

Método de Diseño ACI - (Comité 211)

DISEÑO DE CONCRETO F'c 280 Kg/cm2

DATOS			VOLUMENES ABSOLUTOS		
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO			Cemento	0.140	m ³
F'c (Diseño)	280	Kg/cm ²	Agua	0.292	m ³
			Aire	0.015	m ³
			Agregado Grueso	0.308	m ³
			Sub-Total	0.755	m ³
CEMENTO FACASMAYO PORTLAND TIPO I			CONTENIDO DE AGREGADO FINO		
TIPO I			Volumen Absoluto Fino	0.284	m ³
Peso Específico	FACASMAYO		Peso Fino Seco	733.2	Kg/m ³
		3.15			
AGREGADO FINO			VALORES DE DISEÑO		
Peso Específico	2.577	T/m ³	Cemento	440	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1.843	T/m ³	Agua	232	L/m ³
Peso Unitario Suelto	1.474	T/m ³	Agregado Fino Seco	730	Kg/m ³
Absorción	0.59	%	Agregado Grueso Seco	797	Kg/m ³
Humedad	3.01	%			
Módulo de Finiza	2.85				
AGREGADO GRISESO CHANCADO			CORRECCION POR HUMEDAD		
Tam. Máx. Nominal	1"	25.40 mm	Agregado Fino Húmedo	705	Kg/m ³
Peso Específico	2.595	T/m ³	Agregado Grueso Húmedo	804	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1.539	T/m ³			
Peso Unitario Suelto	1.407	T/m ³			
Absorción	0.54	%			
Humedad	0.89	%			
ADITIVOS EN LA MEZCLA			HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS		
			Agregado Fino	2.51	%
			Agregado Grueso	0.4	%
PROCESAMIENTO			APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS		
Asentamiento	3" - 4"	76.2 - 101.6 mm	Agregado Fino	19.4	L/m ³
Volumen Unitario de Agua	292.0	L/m ³	Agregado Grueso	5.0	L/m ³
Contenido de Aire	1.50	%	Aporte de Humedad	21.3	L/m ³
Reacción alq. Resistencia	0.97	alq.	Agua efectiva	231	L/m ³
Factor Compacto	442	Kg/m ³			
Factor Demerito	10.40	Boletín 60			
VOLUMENES ABSOLUTOS MGRD DE MEZCLA			PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	0.140	m ³	Cemento	442	Kg/m ³
Agua	0.292	m ³	Agua Efectiva	231	Kg/m ³
Aire	0.015	m ³	Agregado Fino Húmedo	756	Kg/m ³
			Agregado Grueso Húmedo	804	Kg/m ³
				2232	Kg/m ³
RESULTADOS FINALES			AGREGADOS EN LA MEZCLA		
PROPORCIONES EN PESO			Agregado Fino en %	48.0%	%
Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agregado Grueso en %	52.0%	%
1.00	1.71	1.82	Agregado Grueso en la Mezcla	100.0%	%
			Incandescencia de Agregado Fino	0.2845	m ³
			Incandescencia de Agregado Grueso	0.3082	m ³
			Agregado Fino Sin Congelar	733.2	Kg/m ³
			Agregado Grueso Sin Congelar	797.5	Kg/m ³
PROPORCIONES EN BALDES			Observaciones: Las Proporciones en Baldes, Corresponde a un Balde de Capacidad de 18 Litros		
Cemento Bolsa	Baldes Agregado Fino	Baldes Agregado Grueso	Agua Litros		
1.00	2.74	3.05	22.2		

PROPORCIONES EN PESO			
Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	1.71	1.82	0.52

PROPORCIONES EN VOLUMEN				PESO POR TANDA	
Cemento Bolsa	Ag. Fino m ³	Ag. Grueso m ³	Agua Litros	Cemento	42.5 Kg/Bolsa
1.00	1.74	1.84	22.2	Agua Efectiva	22.2 L/Bolsa
				Agregado Fino	72.6 Kg/Bolsa
				Agregado Grueso	77.3 Kg/Bolsa

PROPORCIONES EN BALDES			
Cemento Bolsa	Baldes Agregado Fino	Baldes Agregado Grueso	Agua Litros
1.00	2.74	3.05	22.2

OBSERVACIONES:
Los Cálculos de Diseño están basados a las condiciones de este proyecto, por lo que no es un Obligatorios. En caso que las Características Físicas y Mecánicas de los Materiales Presente algunas variaciones o diferencias Físicas. En los Cálculos de Diseño, el Controlador debe volver Rediseñar o realizar el ajuste del Diseño de Mezcla.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Iván Cieza Díaz
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
C. Luis
Gerentes: Rómulo y Rómulo
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 187870

ELEMENTO (1)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA: ASTM C39 - MIC 3304												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLUICHE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARABADEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										18-sep-24		
CONCRETO CONVENCIONAL		F'c -280 - Kg/Cm2 - (75 % DE ARENA NATURAL 25 % ROCA TRITURADA)					TIPO DE MEZCLA		F'c -280 - Kg/Cm2					
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (t)	ÁREA (mm2)	RESISTENCIA (Kg/Cm2)	F'c (Kg/cm2)	F'c (%)
1	F'c -280 - Kg/Cm2 - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	14	16-sep-24	151.66	305.32	12716	2	537.33	54792	28265	303	280	108.2%
2	F'c -280 - Kg/Cm2 - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	14	16-sep-24	151.58	303.16	12714	2	541.53	55220	28046	306	280	109.3%
3	F'c -280 - Kg/Cm2 - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	14	16-sep-24	150.13	300.26	12718	2	545.11	55585	27702	314	280	112.1%

Observaciones y registros: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el muestreo de las probetas; solo se trata de realizar la rotura del testigo.

Las descripciones y fechas de ensayo de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El muestreo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

(*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39

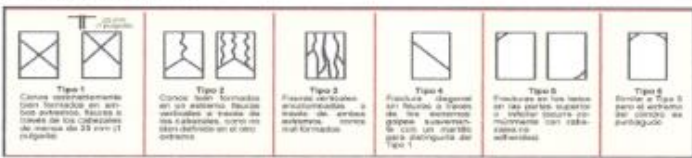
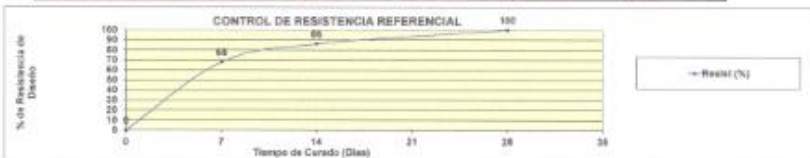
CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL

Tiempo de Curado (Días)	% de Resistencia de Diseño
0	0
7	66
14	81
28	99

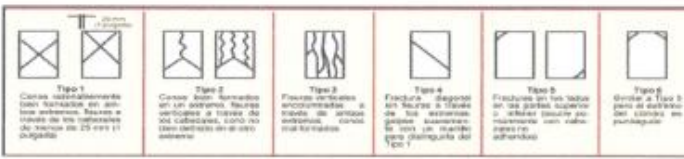

→ Result (%)

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Alvarado Alvarado
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 287870

ELEMENTO (a)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA ASTM C39 - MTC 4704												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										9 sep-24		
ITEM	CONCRETO CONVENCIONAL		F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)				TIPO DE MEZCLA		F _c -280 - Kg/Cm ²					
	ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (Kg)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _t (%)
1	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2 sep-24	7	9 sep-24	150.74	301.48	13132	5	395.53	40333	17846	226	280	80.7%
2	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2 sep-24	7	9 sep-24	151.01	302.02	12274	3	527.36	53775	17010	300	280	107.2%
3	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2 sep-24	7	9 sep-24	150.00	300.00	12103	2	377.49	38993	17471	238	280	77.8%
Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni revisión de los proyectos, solo se limitó a realizar la cura del testigo.														
Las excepciones y fallas de vaciado de los probetas fueron presentadas por el solicitante.														
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.														
El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.														
(*)														
TIPO DE ROTURA														
ASTM C39														
														



ELEMENTO (s)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA ASTM C39 - MTC E704												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDIADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										30-sep-24		
		F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)					F _c -280 - Kg/Cm ²							
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (°)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _c (%)
1	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	28	30-sep-24	151.45	302.90	12757	5	602.44	61430	18015	341	280	121.8%
2	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	28	30-sep-24	151.55	303.10	12794	5	622.93	63520	18039	352	280	125.8%
3	F _c -280 - Kg/Cm ² - (75 % DE ARENA NATURAL - 25 % ROCA TRITURADA)	2-sep-24	28	30-sep-24	150.75	301.50	12767	2	659.02	67200	17943	377	280	134.7%
Observaciones y sugerencias: El Laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el maestro de las probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.														
La descripción y fechas de estado de los probetas fueron proporcionadas por el solicitante.														
Las muestras fueron elaboradas y preparadas por el solicitante.														
El molde y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.														
(*)														
TIPO DE ROTURA:														
ASTM C39:														
														


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA EN CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Ambroscio Rodríguez
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. O.P. N° 267870



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA

$F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$

$F'C = 280 \text{ kg/cm}^2$

CANTERA CONCHAN: (75% ARENA
LABORATORIO
NATURAL Y 25% ROCA TRITURADA)

CANTERA LOS ANDES COLPATUAPAMPA:
PIEDRA CHANCADA TMN 1"




LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Iván Cieza Díaz
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

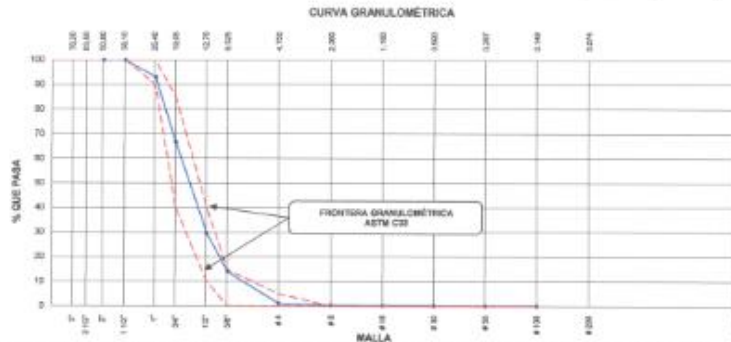
Geremias Amadorita Riquelme
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CPN 207670

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME DE MATERIALES				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS					
HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS <small>(ASTM D 2216, NTC E 193-2009)</small>					
PROYECTO : "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".					
Solicitante: JORGE LUIS COLINCHÉ BUSTAMANTE	Realizado Por: R.C.R.				
Cantera : CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA	Ing. Responsable : G.R.R.				
Muestra : M-1	Fecha : 28-07-24				
Ubicación del Proyecto : CHOTA					
DATOS DE LA MUESTRA					
Material : MEZCLA (25 % ARENA NATURAL Y 75 % ROCA TRITURADA)	Uso: Agregado para concreto				
Ubicación de la Muestra: CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA					
Tamaño Máximo: 38"					
HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO					
TARRO					
TARRO + SUELO HUMEDO	1285.00				PROMEDIO
TARRO + SUELO SECO	1228.00				
AGUA	37.00				
PESO DEL TARRO	0.00				
PESO DEL SUELO SECO	1228.00				
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.01				3.01
Cantera: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA		Uso: Agregado para concreto			
N°Muestra: M-1					
Material: Piedra Chancada (agregado grueso)					
Ubicación de la Muestra: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA					
Tamaño Máximo: 1 1/2"					
HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO					
TARRO					
TARRO + SUELO HUMEDO	1510				PROMEDIO
TARRO + SUELO SECO	1498				
AGUA	12.00				
PESO DEL TARRO	0.00				
PESO DEL SUELO SECO	1498				
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.80				0.80
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE					
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC					
TECNICO LEM		GERENTE		COC - LEM	
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:	
 Iván Cieza Díaz <small>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASPHALTO</small>				 Ceremias Bustamante <small>JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL, REG. CPY Nº 287870</small>	

	INFORME	Código	AS-FO-03
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Verión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1
Proyecto	SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022.		
Solicitante	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Muestreado por :	SOLICITANTE
Atención	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Ensayado por :	R.C.R
Ubicación de Proyecto	CHOTA	Fecha de Ensayo:	26/07/2024
Material	AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO	Turno:	Duño
Tamaño Máximo	1 1/2"		
Cantera	LOS ANDES COLPA YUAPAMPA		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # SE						
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm			100.00	100.00	100.00
1"	25.00 mm	1660.0	6.84	93.16	90.00	100.00
3/4"	19.00 mm	4100.0	28.44	70.56	40.00	85.00
1/2"	12.50 mm	5760.0	37.15	62.85	10.00	40.00
3/8"	9.50 mm	2395.0	15.45	47.40	0.00	15.00
#4	4.75 mm	2015.0	12.90	34.50	0.00	5.00
#8	2.36 mm	171.0	0.78	33.72	0.00	0.00
#16	1.18 mm	21.0	0.16	33.56	0.00	0.00
#30	500 µm	9.0	0.08	33.48	0.00	0.00
#50	300 µm	4.2	0.03	33.45	0.00	0.00
#100	150 µm	7.4	0.05	33.43	0.00	0.00
Fondo	-	14.0	0.09	100.00	-	-
					MF	7.56
					TMN	N° 1"



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CCC - LEM
Nombre y Firma:	Nombre y Firma:	Nombre y Firma:
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Iván Cieza Díaz</i> LABORATORISTA EN ELUCO CONCRETO Y ASRUTO		 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Gerardo Román Córdova</i> GSE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL. REG. CP N° 207870

	INFORME		Código	AE-PO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-16		Versión	01
			Fecha	-
			Página	1 de 1
Proyecto	"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".		Muestreado por :	SOLICITANTE
Solicitante	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE		Elaborado por :	R. C. R.
Atribución	: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE		Fecha de Ensayo:	26/07/2024
Ubicación de Proyecto	CHOTA		Turno:	Diurno
Material	: AGREGADO GRUESO			
Tamaño Máximo	1 1/2"			
Cantata	LOS ANDES COLPA TUPAMPAPA			
N° de Muestra	---			
Progresiva	---			

DATOS		A
1	Peso de la muestra seca	2300.0
2	Peso de la muestra seca sumergida	1415.0
3	Peso de la muestra secada al horno	2290.0

RESULTADOS	1	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.988	2.988
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.599	2.599
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.617	2.617
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.4	0.4

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	ODC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Iván Cieza Díaz <small>LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ASFALTO</small>	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Geremías Almonacid Rivas <small>JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 287870</small>



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

Obra : "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUINCHÉ BUSTAMANTE

Realizado Por : R.C.R.

Cantera: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA

Ing. Responsable : G.R.R.

Muestra: N-1

Fecha : 26-07-24

Ubicación del Proyecto : CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Piedra Chancada (agregado grueso)

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra : LOS ANDES COLPA TUAPAMPA

Tamaño Máximo: 1 1/2"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS				
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	26290	26380	26370
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	19666	19756	19746
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1.403	1.409	1.408
PROMEDIO		1.407 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS				
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	28240	28180	28210
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	21616	21556	21586
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1542	1537	1539
PROMEDIO		1,539 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

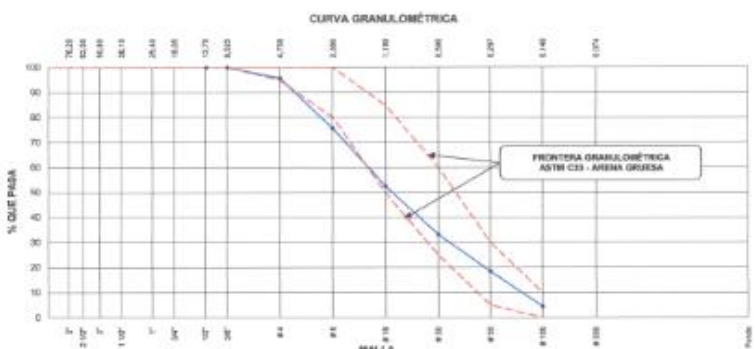
TECNICO LEM	GERENTE	CCC - LEM
Nombre y firma: Iván Cieza Díaz <small>LABORATORISTA SUELO CONCRETO Y ASFALTO</small>	Nombre y firma:	Nombre y firma: Gerardo Rivas <small>INGENIERO CIVIL REG. C.P.I. N° 287870</small>

	INFORME	Código	AG-FO-03
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARAMEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"
Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE **Muestreado por:** SOLICITANTE
Atención: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE **Ensayado por:** R. C. R.
Ubicación de Proyecto: CHOTA **Fecha de Ensayo:** 29/07/2024
Materia: MEZCLA (25 % ARENA NATURAL Y 75 % ROCA TRITURADA) **Tiempo:** Durmo

Tamaño Máximo: 3/8"
Procedencia: CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
N° de Muestra: ---
Progresiva: ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LM INF"	ASTM "LM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	22.8	4.27	4.27	95.73	95.00	100.00
# 8	2.35 mm	106.3	20.06	24.33	75.67	90.00	100.00
# 16	1.18 mm	132.5	23.12	47.45	52.55	80.00	95.00
# 30	600 µm	102.7	19.36	66.84	33.16	25.00	80.00
# 50	300 µm	77.8	14.66	81.52	18.48	5.00	30.00
# 100	150 µm	74.4	14.04	95.56	4.44	0.00	10.00
Fondo	-	23.5	4.44	100.00	0.00	-	-
						MF	3.20
						TMN	---



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	COC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Diaz LABORATORIO DE CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: _____	Nombre y firma:  Geremias Rinsoscocho Rinsoscocho JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 267870

	INFORME	Código	AS-FO-67
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C126-15	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto	"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2027"		
Solicitante	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Muestreado por	SOLICITANTE
Atención	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Ensayado por	R.C.R
Ubicación del Proyecto	CHOTA	Fecha de Ensayo	26/07/2024
Materia	MEZCLA (25 % ARENA NATURAL Y 75 % ROCA TRITURADA)	Turno	Diurno
Tamaño Máximo	3/8"		
Cantón	CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUANMIPA		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

IDENTIFICACIÓN		1		
A.	Peso Mat. Sól. Sep. Seca (SSS)	100.0		
B	Peso Fresco + agua	808.4		
C	Peso Fresco + agua + muestra SSS	793.3		
D	Peso del Mat. Seco	88.8		
P _o Bulki (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.529		2.529
P _o Bulki (Base Saturado) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.500		2.500
P _o Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.400		2.400
% Absorción = 100*(A-D)/D)		1.1		1.1

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	COC - LEM
Nombre y firma	Nombre y firma	Nombre y firma
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Iván Cleza Diaz</i> LABORATORISTA Jefe de CONCRETO Y ASFALTO		 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Geremias Kimbura Kimbura</i> JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. C.P. N° 261870



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

Obra : "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE Realizado Por : R.C.R
 Cantera: CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA Ing. Responsable : G.R.R
 Muestra: M-1 Fecha : 26-07-24
 Ubicación del Proyecto CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: MEZCLA (25 % ARENA NATURAL Y 75 % ROCA TRITURADA) Uso: Agregado para concreto
 Ubicación de la Muestra : CONCHAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
 Tamaño Máximo: 3/8"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	6727	6742	6731
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4189	4204	4193
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1473	1478	1474
PROMEDIO		1,475 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	7295	7310	7318
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4757	4772	4780
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1673	1678	1681
PROMEDIO		1,677 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Iván Cieza Díaz LABORATORISTA EN SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Romero JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 207670



ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Objeto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDIADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
Carrera A.F.: CONCHIAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
Carrera A.G.: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
Material: MEZCLA (25 % ARENA NATURAL Y 75 % ROCA TRITURADA)
Estructura: DIFERENTES ESTRUCTURAS
Tamaño Máximo: 1 1/2"

Hecho Por: R.C.R
Ing. Responsable: G.R.R
Fecha: 26/07/2024

Método de Diseño ACI - (Comité 211)

DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 Kg/cm2

Table with multiple sections: DATOS CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO, CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I, AGREGADO FINO, AGREGADO GRUESO CHANCADO, ADITIVOS EN LA MEZCLA, PROCESAMIENTO, VOLUMENES ABSOLUTOS MORA DE MEZCLA, VOLUMENES ABSOLUTOS, CONTENIDO DE AGREGADO FINO, VALORES DE DISEÑO, CORRECCION POR HUMEDAD, HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS, APOORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS, PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD, AGREGADOS EN LA MEZCLA.

RESULTADOS FINALES

PROPORCIONES EN PESO

Table with 4 columns: Cemento, Ag. Fino, Ag. Grueso, Agua. Values: 1.00, 2.35, 2.52, 0.57

PROPORCIONES EN VOLUMEN

Table with 4 columns: Cemento Bolsas, Ag. Fino m3, Ag. Grueso m3, Agua Litros. Values: 1.00, 2.39, 2.89, 24.1

PESO POR TANDA

Table with 2 columns: Material, Kg./Bolsa. Values: Cemento 42.5, Agua Efectiva 24.1, Agregado Fino 99.8, Agregado Grueso 107.0

PROPORCIONES EN BALDES

Table with 4 columns: Cemento Bolsas, Baldes Agregado Fino, Baldes Agregado Grueso, Agua Litros. Values: 1.00, 3.76, 4.23, 24.1

Observaciones: Las Proporciones en Baldes, Corresponde a un Balde de Capacidad de 18 Litros

OBSERVACIONES: Los Cálculos de Diseño están basados en los datos de este producto, por lo que su uso es obligatorio, en caso que las Características Físicas y Mecánicas de los Agregados Presente alguna variación o divergencia con los datos de los Controles de Calidad, el Contratista deberá volver Revisar o realizar el ajuste del Diseño de Mezcla.

INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Gerardo Román Soto Ríos
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 207870

ELEMENTO (H)		LABORATORIO DE PUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA: ASTM C39 - MIC ERM												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLLINCE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDIADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										10-sep-24		
		F'c -210 - Kg/Cm2 - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)					F'c -210 - Kg/Cm2							
ITEM	CONCRETO CONVENCIONAL	FECHA DE MUESTREO	EDAD (Días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	RESISTENCIA (Kg/Cm2)	Fc (Kg/cm2)	Fc (%)
1	F'c -210 - Kg/Cm2 - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	7	10-sep-24	150.09	300.18	12182	5	439.82	44848	17893	253	210	120.7%
2	F'c -210 - Kg/Cm2 - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	7	10-sep-24	149.07	298.14	12057	5	426.08	43447	17453	249	210	118.5%
3	F'c -210 - Kg/Cm2 - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	7	10-sep-24	148.39	296.78	12090	5	408.11	41717	17526	238	210	113.3%


Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni en el estado de los probetas, solo se limitó a realizar la rotura del trabajo.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.


Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El ensayo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.


(*)



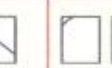
Tipo 1
Ocurrió rotura diagonal
sobre el eje de la probeta
dentro de la zona de
medida de 28 mm (1"
por debajo).




Tipo 2
Ocurrió rotura por
compresión en el centro
de la probeta, como
se ilustra en el tipo
estándar.




Tipo 3
Fue rotura por
compresión en el
centro de la probeta,
como se ilustra en
el tipo estándar.



Tipo 4
Fue rotura por
compresión en el
centro de la probeta,
como se ilustra en
el tipo estándar.




Tipo 5
Fue rotura por
compresión en el
centro de la probeta,
como se ilustra en
el tipo estándar.



Tipo 6
Fue rotura por
compresión en el
centro de la probeta,
como se ilustra en
el tipo estándar.

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL



El gráfico muestra el porcentaje de resistencia de diseño versus el tiempo de curado en días. La curva comienza en (0,0) y alcanza el 100% de resistencia de diseño a los 28 días de curado.

Tiempo de Curado (Días)	% de Resistencia de Diseño
0	0
7	75
14	85
21	95
28	100
35	100




LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA DE PUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Ceremias Almazán Romero
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 267870

GSE		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																	
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS																	
		NORMAS ASTM C39 - NTC 5704																	
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLURCHE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										17-sep-24							
ELEMENTO		FC-210 - Kg/Cm2 - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)				FC-210 - Kg/Cm2													
ITEM	FECHA DE MUESTREO	EDAD (Días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (kN)	CARGA (kg)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	f _c (D)						
1	3-sep-24	14	17-sep-24	130.42	330.84	12167	2	451.32	46026	17771	259	210	124.3%						
2	4-sep-24	14	17-sep-24	131.92	339.84	12831	5	464.58	47383	18127	263	210	124.3%						
3	3-sep-24	14	17-sep-24	130.29	330.58	12247	2	463.58	47078	17740	265	210	125.4%						
Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni el muestreo de las probetas, solo se limitó a realizar la lectura del testigo.																			
La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.																			
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.																			
El ensayo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.																			
<p>(*)</p> <table border="1"> <tr> <td> <p>Tipo 1 Control satisfactorio con fracturas en ambos extremos, fractura a través de las cabezas de muestra de 25 mm (1 pulgada).</p> </td> <td> <p>Tipo 2 Control bueno, fracturas en un extremo, fracturas verticales a través de las cabezas, como mínimo definido en el otro extremo.</p> </td> <td> <p>Tipo 3 Fracturas verticales empalmadas o frías de ambos extremos, entre dos tercios.</p> </td> <td> <p>Tipo 4 Fractura diagonal que ocurre a través de los extremos, golpes suaves, lo cual es aceptable para el ensayo de Tipo 1.</p> </td> <td> <p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior, fracturas no necesariamente con cabezas adheridas.</p> </td> <td> <p>Tipo 6 Control de Tipo 5 para el ensayo del cilindro de paralelepípedo.</p> </td> </tr> </table>														<p>Tipo 1 Control satisfactorio con fracturas en ambos extremos, fractura a través de las cabezas de muestra de 25 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 2 Control bueno, fracturas en un extremo, fracturas verticales a través de las cabezas, como mínimo definido en el otro extremo.</p>	<p>Tipo 3 Fracturas verticales empalmadas o frías de ambos extremos, entre dos tercios.</p>	<p>Tipo 4 Fractura diagonal que ocurre a través de los extremos, golpes suaves, lo cual es aceptable para el ensayo de Tipo 1.</p>	<p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior, fracturas no necesariamente con cabezas adheridas.</p>	<p>Tipo 6 Control de Tipo 5 para el ensayo del cilindro de paralelepípedo.</p>
<p>Tipo 1 Control satisfactorio con fracturas en ambos extremos, fractura a través de las cabezas de muestra de 25 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 2 Control bueno, fracturas en un extremo, fracturas verticales a través de las cabezas, como mínimo definido en el otro extremo.</p>	<p>Tipo 3 Fracturas verticales empalmadas o frías de ambos extremos, entre dos tercios.</p>	<p>Tipo 4 Fractura diagonal que ocurre a través de los extremos, golpes suaves, lo cual es aceptable para el ensayo de Tipo 1.</p>	<p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior, fracturas no necesariamente con cabezas adheridas.</p>	<p>Tipo 6 Control de Tipo 5 para el ensayo del cilindro de paralelepípedo.</p>														
<p>CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL</p> <p>--- Resist (%)</p>																			

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Diaz
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Romarcho Rivas
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 203870

GSE		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA ASTM C39 - MTC E704												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										1-oct-24		
ITEM	CONCRETO CONVENCIONAL		F _c - 230 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)				TIPO DE MEZCLA		F _c - 210 - Kg/Cm ²					
	ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (Kg)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA Kg/Cm ²	F _c (Kg/cm ²)	F _c (%)
1	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	28	1-oct-24	151.91	303.82	12942	3	548.14	53894	18124	302	210	146.9%
2	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	28	1-oct-24	151.08	302.16	12899	2	502.80	51271	17927	285	210	136.2%
3	F _c - 210 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	28	1-oct-24	145.18	290.36	11974	1	491.28	50820	17479	288	210	137.0%
Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el muestreo de las probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.														
La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.														
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.														
El rotado y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.														
(*)														
TIPO DE ROTURA														
ASTM C39														
														


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Diaz
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Ceremias Amparito Amparito
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP. N° 20170



ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Objeto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARAMEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE SUSTAMANTE Hecho Por: E.C.H

Carrera A.F.: CONCHIAN / LOS ANDES COLPA TUAPAMPA Ing. Responsable: G.R.R

Carrera A.G.: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA Fecha: 26/07/2024

Materia: MEZCLA (25 % ARENA NATURAL Y 75 % ROCA TRITURADA)

Estructura: DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tamaño Máximo: 1/2"

Método de Diseño ACI - (Comité 211)

DISEÑO DE CONCRETO F'c 280 Kg/cm²

DATOS			VOLUMENES ABSOLUTOS		
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO			Cemento	0.140	m ³
F'c (Diseño)	280	Kg/cm ²	Agua	0.252	m ³
			Aire	0.015	m ³
			Agregado grueso	0.308	m ³
			Sub-Total	0.715	m ³
CEMENTO FACASMAYO PORTLAND TIPO I			CONTENIDO DE AGREGADO FINO		
TIPO I	FACASMAYO		Volumen Absoluto Fino	0.284	m ³
Peso Específico	3.15		Peso Fino Seco	727.5	Kg/m ³
AGREGADO FINO			VALORES DE DISEÑO		
Peso Específico	2.558	T/m ³	Cemento	442	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1.677	T/m ³	Agua	232	L/m ³
Peso Unitario Suelto	1.475	T/m ³	Agregado Fino Seco	725	Kg/m ³
Absorción	1.11	%	Agregado Grueso Seco	797	Kg/m ³
Humedad	3.01	%			
Módulo de Fineza	3.20				
AGREGADO GRUESO CHANCADO			CORRECCION POR HUMEDAD		
Tam. Mx. Nominal	1"	25.40 mm	Agregado Fino Húmedo	749	Kg/m ³
Peso Específico	2.688	T/m ³	Agregado Grueso Húmedo	804	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1.638	T/m ³			
Peso Unitario Suelto	1.407	T/m ³	HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS		
Absorción	0.44	%	Agregado Fino	1.60	%
Humedad	0.80	%	Agregado Grueso	0.4	%
ADITIVOS EN LA MEZCLA			APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS		
			Agregado Fino	13.8	L/m ³
			Agregado Grueso	2.9	L/m ³
			Agua de Humedad	16.7	L/m ³
			Agua efectiva	295	L/m ³
PROCESAMIENTO			PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Absorbimiento	3", 4"	mm	Cemento	442	Kg/m ³
Volumen Unitario de Agua	292.0	L/m ³	Agua Efectiva	295	L/m ³
Contenido de Aire	1.50	%	Agregado Fino Húmedo	740	Kg/m ³
Relación a/c Resistencia	0.57	aci	Agregado Grueso Húmedo	804	Kg/m ³
Factor Cemento	442	Kg/m ³			
Factor Cemento	10.40	Bolsas/m ³			
VOLUMENES ABSOLUTOS MxM3 DE MEZCLA			AGREGADOS EN LA MEZCLA		
Cemento	0.140	m ³	Agregado Fino en %	48.0%	%
Agua	0.252	m ³	Agregado Grueso en %	52.0%	%
Aire	0.015	m ³	Agregado Global en la Mezcla	100.0%	%
			Incidental de Agregado Fino	0.2845	m ³
			Incidental de Agregado Grueso	0.3082	m ³
			Agregado Fino Sin Corregir	727.5	Kg/m ³
			Agregado Grueso Sin Corregir	727.4	Kg/m ³

RESULTADOS FINALES

PROPORCIONES EN PESO

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	1.70	1.82	0.53

PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento Bolsa	Ag. Fino p3	Ag. Grueso p3	Agua Litros
1.00	1.72	1.94	22.6

PESO POR TANDA

Cemento	Agua Efectiva	Agregado Fino	Agregado Grueso
42.5	22.6	72.0	77.3

PROPORCIONES EN BALDES

Cemento Bolsa	Baldes Agregado Fino	Baldes Agregado Grueso	Agua Litros
1.00	2.71	3.05	22.6

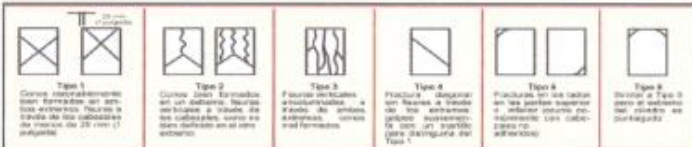
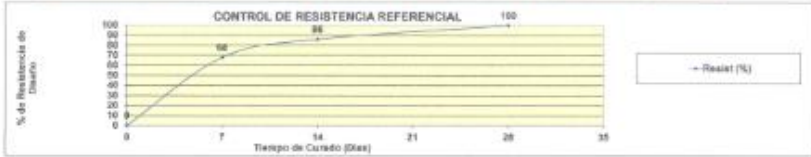
Observaciones: Las Proporciones en Baldes, Corresponde a un Balde de Capacidad de 18 Litros

OBSERVACIONES:

Las Celdas de Diseño están basadas a las ventajas de este producto, por lo que su uso es Obligatorio, en caso que las Características Físicas y Mecánicas de los Agregados, presenten alguna variación o distintos Enteros, En los Cuales se debe utilizar el valor Realizado a medida al ajuste del Diseño de Mezcla.

GSE INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz
LABORANTISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Ramiro Rivera Ramiro
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 291870

ELEMENTO (x)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA: ASTM C39 MTC E704												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLLURCHE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										10-sep-24		
ITEM	CONCRETO CONVENCIONAL		F _c - 280 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL, 75 % ROCA TRITURADA)				TIPO DE MEZCLA		F _c - 280 - Kg/Cm ²					
	ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (kN)	CARGA (kg)	AREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _c (%)
1	F _c - 280 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	7	10-sep-24	150.79	303.58	13156	5	463.17	47225	17858	264	280	94.5%
2	F _c - 280 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	7	10-sep-24	151.35	302.66	13098	5	461.90	47106	17986	262	280	93.5%
3	F _c - 280 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	7	10-sep-24	151.54	303.08	13179	7	478.08	48842	18336	271	280	96.7%
Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de los probetas; solo se limita a realizar la rotura del testigo.														
La descripción y fechas de vaciado de los probetas fueron proporcionadas por el solicitante.														
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.														
El ensayo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.														
(*)														
TIPO DE ROTURA														
ASTM C39														
														


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Alvarado Alvarado
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 26780

GSE		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																				
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS																				
		NORMA: ASTM C39 - MTC E704																				
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLUNJE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										17-sep-24										
ELEMENTO DE		CONCRETO CONVENCIONAL				F _c -280 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)				F _c -280 - Kg/Cm ²												
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ACTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _c (%)								
1	F _c -280 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	14	17-sep-24	151.37	302.74	131.11	1	510.62	53068	17994	280	280	103.3%								
2	F _c -280 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	14	17-sep-25	160.24	300.48	134.25	1	501.40	51128	17728	280	280	103.0%								
3	F _c -280 - Kg/Cm ² - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	14	17-sep-26	149.33	298.66	121.79	1	495.16	50451	17514	280	280	103.0%								
Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.																						
Las descripciones y fechas de estado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.																						
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.																						
El ensayo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.																						
<p>(*)</p> <table border="1"> <tr> <th>TIPO DE ROTURA</th> <th>ASTM C39</th> </tr> <tr> <td> <p>Tipo 1 Comer rotacionalmente bien formadas en un extremo. Rotura a través de los centros de gravedad de menos de 50 mm (1 pulgada).</p> </td> <td> <p>Tipo 2 Comer bien formadas en un extremo. Fuerza aplicada a través de los centros de gravedad, como se ilustra en el tipo anterior.</p> </td> </tr> <tr> <td> <p>Tipo 3 Fuerzas verticales encorvadas a través de los centros de gravedad, como se ilustra en el tipo anterior.</p> </td> <td> <p>Tipo 4 Rotura - Rotura en la parte superior o inferior de los testigos, girando suavemente con un eje de rotación para el tipo 1.</p> </td> </tr> <tr> <td> <p>Tipo 5 Roturas en sus lados en las partes superiores o inferiores ocurren simultáneamente con rotación o adherencia.</p> </td> <td> <p>Tipo 6 Roturas de Tipo 3 pero en cualquier parte del cilindro en paraguas.</p> </td> </tr> </table>															TIPO DE ROTURA	ASTM C39	<p>Tipo 1 Comer rotacionalmente bien formadas en un extremo. Rotura a través de los centros de gravedad de menos de 50 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 2 Comer bien formadas en un extremo. Fuerza aplicada a través de los centros de gravedad, como se ilustra en el tipo anterior.</p>	<p>Tipo 3 Fuerzas verticales encorvadas a través de los centros de gravedad, como se ilustra en el tipo anterior.</p>	<p>Tipo 4 Rotura - Rotura en la parte superior o inferior de los testigos, girando suavemente con un eje de rotación para el tipo 1.</p>	<p>Tipo 5 Roturas en sus lados en las partes superiores o inferiores ocurren simultáneamente con rotación o adherencia.</p>	<p>Tipo 6 Roturas de Tipo 3 pero en cualquier parte del cilindro en paraguas.</p>
TIPO DE ROTURA	ASTM C39																					
<p>Tipo 1 Comer rotacionalmente bien formadas en un extremo. Rotura a través de los centros de gravedad de menos de 50 mm (1 pulgada).</p>	<p>Tipo 2 Comer bien formadas en un extremo. Fuerza aplicada a través de los centros de gravedad, como se ilustra en el tipo anterior.</p>																					
<p>Tipo 3 Fuerzas verticales encorvadas a través de los centros de gravedad, como se ilustra en el tipo anterior.</p>	<p>Tipo 4 Rotura - Rotura en la parte superior o inferior de los testigos, girando suavemente con un eje de rotación para el tipo 1.</p>																					
<p>Tipo 5 Roturas en sus lados en las partes superiores o inferiores ocurren simultáneamente con rotación o adherencia.</p>	<p>Tipo 6 Roturas de Tipo 3 pero en cualquier parte del cilindro en paraguas.</p>																					
<p>CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL</p> <p>→ Resist (%)</p>																						

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 GSE
 Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 GSE
 Geremías Román Román
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 207070

ELEMENTO (H)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																										
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS																										
		NORMAL ASTM C39 - MEC 274																										
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLINQUE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGRIGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"										1-01-24																
		F'c -280 - Kg/Cm2 - (25 % DE ARENA NATURAL 75 % ROCA TRITURADA)						F'c -280 - Kg/Cm2																				
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (°)	CARGA (kN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	RESISTENCIA (Kg/Cm2)	F'c (Kg/cm2)	f'c (%)														
1	F'c -280 - Kg/Cm2 - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	28	1-oct-24	150.80	301.60	13047	2	402.90	61478	17860	344	280	122.9%														
2	F'c -280 - Kg/Cm2 - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	28	1-oct-24	151.36	302.72	13013	4	655.80	66872	17995	372	280	132.7%														
3	F'c -280 - Kg/Cm2 - (25 % DE ARENA NATURAL - 75 % ROCA TRITURADA)	3-sep-24	28	1-oct-24	151.81	303.62	13035	2	582.15	59362	18053	329	280	117.4%														
<p>Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el estudio de los probetes, solo se limita a realizar la rotura del testigo.</p> <p>La ubicación y fechas de vaciado de los probetes fueron proporcionadas por el solicitante.</p> <p>Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.</p> <p>El ensayo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.</p>																												
<p>(*)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE ROTURA</th> <th>ASTM C39</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Tipo 1 Comete lateralmente bien terminado en ambos extremos. Tipo 1 a través de los indicadores de marca de 25 (100) (1) adjuntas.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tipo 2 Comete bien terminado en un extremo. Rotura vertical o inclinada que no llega al extremo inferior.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tipo 3 Fractura vertical, inclinada o horizontal a través del cono, pero no bien terminada.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tipo 4 Fractura diagonal con fractura a través de los extremos, pero no bien terminada.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tipo 5 Fractura en los lados en las partes superior e inferior, pero no bien terminada.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tipo 6 Rotura de Tipo 3 para el sistema de curado de autoguardado.</td> </tr> </tbody> </table>															TIPO DE ROTURA	ASTM C39		Tipo 1 Comete lateralmente bien terminado en ambos extremos. Tipo 1 a través de los indicadores de marca de 25 (100) (1) adjuntas.		Tipo 2 Comete bien terminado en un extremo. Rotura vertical o inclinada que no llega al extremo inferior.		Tipo 3 Fractura vertical, inclinada o horizontal a través del cono, pero no bien terminada.		Tipo 4 Fractura diagonal con fractura a través de los extremos, pero no bien terminada.		Tipo 5 Fractura en los lados en las partes superior e inferior, pero no bien terminada.		Tipo 6 Rotura de Tipo 3 para el sistema de curado de autoguardado.
TIPO DE ROTURA	ASTM C39																											
	Tipo 1 Comete lateralmente bien terminado en ambos extremos. Tipo 1 a través de los indicadores de marca de 25 (100) (1) adjuntas.																											
	Tipo 2 Comete bien terminado en un extremo. Rotura vertical o inclinada que no llega al extremo inferior.																											
	Tipo 3 Fractura vertical, inclinada o horizontal a través del cono, pero no bien terminada.																											
	Tipo 4 Fractura diagonal con fractura a través de los extremos, pero no bien terminada.																											
	Tipo 5 Fractura en los lados en las partes superior e inferior, pero no bien terminada.																											
	Tipo 6 Rotura de Tipo 3 para el sistema de curado de autoguardado.																											
<p>CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL</p> <p>Resist (%)</p>																												

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

 Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

 Cereglas Rimbocasta Rimbocasta
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP Nº 267370



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA

$F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$

$F'C = 280 \text{ kg/cm}^2$

(100% ROCA TRITURADA)

LABORATORIO
CANTERA LOS ANDES COLPATUAPAMPA:

PIEDRA CHANCADA TMN 1"






LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

Iván Cieza Díaz
LABORANTISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

Geremias Rimorwenia Alvarochán
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 207070

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

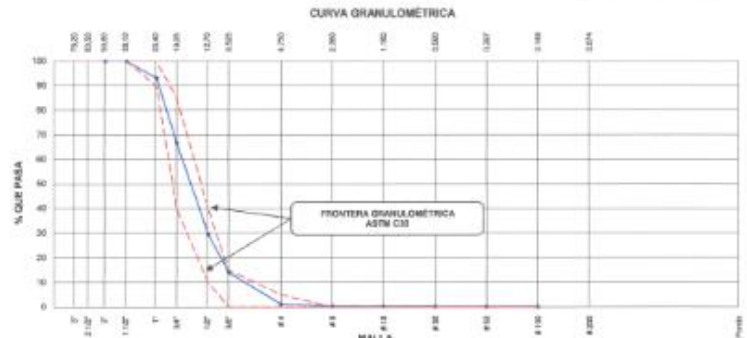
	INFORME DE MATERIALES			
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS				
HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS <small>(ASTM D 2216, MTC 6 168-2000)</small>				
PROYECTO : "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDIADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".				
Solicitante: JORGE LUIS COLLINCHI BUSTAMANTE	Realizado Por : R.C.R.			
Cantera : LOS ANDES COLPA TUAPAMPA	Eng. Responsable : G.R.R.			
Muestra : M-1	Fecha : 26-07-24			
Ubicación del Proyecto : LOCALIDAD DE CADMALCA ALTO				
DATOS DE LA MUESTRA				
Materia: (100 % RACA TRITURADA)	Uso: Agregado para concreto			
Ubicación de la Muestra: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA				
Tamaño Máximo: 38"				
HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO				
TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO	1275.00			PROMEDIO
TARRO + SUELO SECO	1258.00			
AGUA	17.00			
PESO DEL TARRO	0.00			
PESO DEL SUELO SECO	1258.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.35			1.35
Cantera: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA		Uso: Agregado para concreto		
Nº Muestra: M-1				
Materia: Piedra Chancada (agregado grueso)				
Ubicación de la Muestra: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA				
Tamaño Máximo: 1 1/2"				
HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO				
TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO	1510			PROMEDIO
TARRO + SUELO SECO	1408			
AGUA	12.00			
PESO DEL TARRO	0.00			
PESO DEL SUELO SECO	1408			
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.80			0.80
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TECNICO LEM	GERENTE	DOC - LEM		
Nombre y firma:   LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Iván Ojeda Díaz <small>LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASPHALTO</small>	Nombre y firma: 	Nombre y firma:   LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Geremías Rimacocha <small>JEFE DE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC</small> INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 207670		

	INFORME	Código	AC-PO-03
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Medida	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto: SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARAMEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022.
 Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
 Asesor: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
 Ubicación de Proyecto: LOCALIDAD DE CADMALCA ALTO
 Material: AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO
 Muestreado por: SOLICITANTE
 Ensayado por: R.C.R.
 Fecha de Ensayo: 25/07/2024
 Turno: Día

Tamaño Máximo: 1 1/2"
 Cantera: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
 N° de Muestra: ---
 Progresivo: ---

Malla		Peso Retenido g	% Ponderal Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1"	25.00 mm	1000.0	8.94	8.94	91.06	30.00	100.00
3/4"	19.00 mm	4100.0	20.44	29.38	70.62	40.00	85.00
1/2"	12.50 mm	5760.0	27.15	56.53	43.47	10.00	40.00
3/8"	9.50 mm	2395.0	11.97	68.50	31.50	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	2015.0	10.07	78.57	21.43	0.00	8.00
# 8	2.36 mm	121.0	0.79	79.36	20.64	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	21.0	0.14	79.50	20.50	0.00	0.00
# 30	600 µm	9.0	0.08	79.58	20.42	0.00	0.00
# 50	300 µm	4.2	0.03	79.61	20.39	0.00	0.00
# 100	150 µm	7.4	0.05	79.66	20.34	0.00	0.00
Fondo	-	14.0	0.08	100.00	0.00	-	-
						MF	7.98
						TMN	N° 1"



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM Nombre y Firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	GERENTE Nombre y Firma: 	COC - LEM Nombre y Firma:  Geremías Almonacid INGENIERO CIVIL, REG. CPN N° 267870

	INFORME	Código	AE-FO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto	"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDIADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"		
Subcontrato	JORGE LUIS COLINCHI BUSTAMANTE	Muestreado por	SOlicitante
Atención	JORGE LUIS COLINCHI BUSTAMANTE	Ensayado por	R.C.R
Ubicación de Proyecto	LOCALIDAD DE CADIMALCA ALTO	Fecha de Ensayo	26/07/2024
Material	AGREGADO GRUESO	Turno	Día
Tamaño Máximo	1.19"		
Cartero	LOS ANDES COLPA TUAPAMPA		
N° de Muestra	-		
Progresiva	-		

DATOS		A	
1	Peso de la muestra sat	2300.0	
2	Peso de la muestra sat sumergida	1415.0	
3	Peso de la muestra secada al horno	2250.0	

RESULTADOS	1	PROMEDIO
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.588	2.588
PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	2.599	2.599
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.617	2.617
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.4	0.4

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	DDC - LEM
Nombre y firma  Iván Cieza Díaz LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma _____	Nombre y firma  Geremias Rindrochita Rindrochita LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL - REG. O.R.F. 267870



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

Obra : "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUMICHE BUSTAMANTE Realizado Por : R.C.R.
 Cantera: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA Ing. Responsable : G.R.R.
 Muestra: N-1 Fecha : 26-07-24
 Ubicación del Proyecto LOCALIDAD DE CADMALCA ALTO

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Piedra Chancada (agregado grueso) Uso: Agregado para concreto
 Ubicación de la Muestra : LOS ANDES COLPA TUAPAMPA
 Tamaño Máximo: 1 1/2"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	26290	26380	26370
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	19666	19756	19746
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1.403	1.409	1.408
PROMEDIO		1.407 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	28240	28180	28210
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	21616	21556	21586
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1542	1537	1539
PROMEDIO		1,539 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM
 Nombre y firma:

 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
 Iván Cieza Díaz
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y ASFALTO

GERENTE
 Nombre y firma:

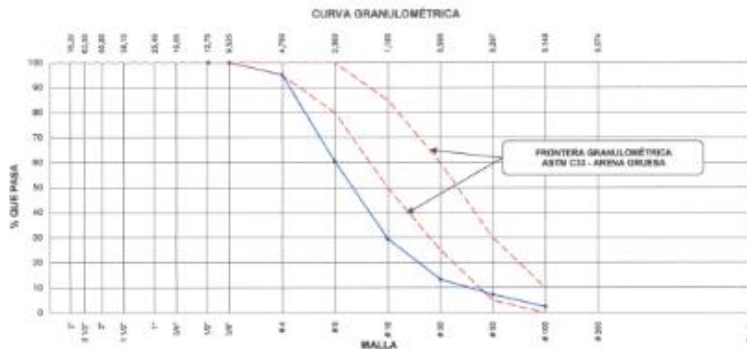
OQC - LEM
 Nombre y firma:

 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Romazachi Romazachi
 INGENIERO EN SUELOS Y CONCRETO Y ASFALTO

	INFORME	Código	AE-FO-43
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Ventilador	21
		Página	1 de 1

Proyecto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".
Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
Atención: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE
Ubicación de Proyecto: LOCALIEDAD DE CADIMALCA ALTO
Materia: (100 % RACA TRITURADA)
Muestreado por: SOLICITANTE
Ensayado por: R.C.R.
Fecha de Ensayo: 26/07/2024
Turno: Diurno
Tamaño Máximo: 3/8"
Procedencia: LOS ANDES COLPA TUAFAMPA
N° de Muestra: ---
Progresiva: ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pase	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	29.9	4.83	4.83	95.17	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	192.7	34.73	39.56	60.44	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	171.3	30.87	70.43	29.57	60.00	80.00
# 30	600 µm	90.4	16.29	86.72	13.28	25.00	60.00
# 50	300 µm	33.3	6.00	92.72	7.28	5.00	30.00
# 100	150 µm	26.9	4.83	97.55	2.45	0.00	10.00
Fondo	-	13.6	2.45	100.00	0.00	-	-
						MF	0.52
						TMN	---



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM Nombre y Firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ASFALTO	GERENTE Nombre y Firma:	CIC - LEM Nombre y Firma:  Geremias Riburachán Riburachán JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 287870

	INFORME	Código	AE-FO-67
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-16	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto	"SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022"		
Solicitante	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Muestreado por	SOLICITANTE
Atención	JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE	Ensayado por	R.C.R
Ubicación del Proyecto	LOCALIDAD DE CADMALCA ALTO	Fecha de Ensayo	26/07/2024
Material	(100 % RACA TRITURADA)	Turno	Diurno
Tamaño Máximo	3/8"		
Cantera	LOS ANDES COLPA TUAPAMPA		
N° de Muestra	-		
Progresiva	-		

IDENTIFICACIÓN		1	
A	Peso Mat. Sol. Sup. Seca (SSS)	100.0	
B	Peso Fresco + agua	690.4	
C	Peso Fresco + agua + muestra SSS	750.5	
D	Peso del Mat. Seco	96.7	
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.537	2.537
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.671	2.671
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(D-C)		2.600	2.600
% Absorción = 100*(A-D)/D		1.3	1.3

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	COQ - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC LABORATORIO EN LOS CONCRETOS Y ARRILLO Iván Cleza Díaz	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Gerente: Rimorochin Alvarochin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CH. N° 287870



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

Obra : "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDEADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LUIS COLUNCHE BUSTAMANTE

Realizado Por : R.C.R

Cantera: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA

Ing. Responsable : G.R.R

Muestra: M-1

Fecha : 26-07-24

Ubicación del Proyecto : LOCALIDAD DE CADMALCA ALTO

DATOS DE LA MUESTRA

Material: (100 % RACA TRITURADA)

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra : LOS ANDES COLPA TUAPAMPA

Tamaño Máximo: 3/8"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	6590	6586	6600
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4052	4048	4062
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1425	1423	1428
PROMEDIO		1,425 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	7310	7335	7323
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4772	4797	4785
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1678	1687	1682
PROMEDIO		1,682 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

TECNICO LEM

GERENTE

CQC - LEM

Nombre y firma:

Nombre y firma:

Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA EN CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

Gerente
 Gerente Responsabilizado
 EPS DE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
 INGENIERO CIVIL - REG. CP. N° 257170

ELEMENTO (s)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA ASTM C39 - MIT C34												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLURCHE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDIADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".									11-sep-24			
		CONCRETO CONVENCIONAL			F _c -210 - kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA			F _c -210 - kg/Cm ²						
ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (°)	CARGA (kN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (kg/Cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	f _c (%)
1	F _c -210 - kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	7	11-sep-24	151.29	302.58	12991	2	202.05	23843	17977	166	210	79.0%
2	F _c -210 - kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	7	11-sep-24	150.53	301.02	12713	3	301.85	33759	17750	173	210	82.4%
3	F _c -210 - kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	7	11-sep-24	150.80	301.60	12798	3	283.44	28002	17860	162	210	77.1%
Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, el muestreo de las probetas solo se limitó a realizar la rotura del testigo.														
Las desviadas y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.														
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.														
El muestreo y control de los testigos ha sido realizado por el solicitante.														
<p>TIPO DE ROTURA</p> <p>ASTM C39</p> <p>CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL</p>														

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORIA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Ceremias Kimsacondo Kimanchi
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP. N° 282670

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA: ASTM C39 - MTC E-48

SOLICITANTE: JORGE LUIS COLINCHÉ BUSTAMANTE

PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

18-sep-21

ELEMENTO (a)	CONCRETO CONVENCIONAL		F _c - 210 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA		TIPO DE MEZCLA			F _c - 210 - Kg/Cm ²						
	ELABORADO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (kN)	CARGA (kg)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _c (%)
1	F _c - 210 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-21	14	18-sep-21	150.25	300.30	1.2061	2	294.17	29997	1.7754	169	210	80.5%
2	F _c - 210 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-21	14	18-sep-21	143.29	288.58	1.2094	2	332.09	33791	1.7505	193	210	91.0%
3	F _c - 210 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-21	14	18-sep-21	150.10	300.36	1.2117	4	310.99	31712	1.7718	179	210	85.2%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni en la rotura de las probetas, solo se limitó a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de estado de los probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El ensayo y control de los testigos ha sido realizado por el laboratorio.

(*)

Tipo 1

Rotura por compresión lateral.

Tipo 2

Rotura por compresión vertical.

Tipo 3

Rotura por compresión diagonal.

Tipo 4

Rotura por compresión diagonal.

Tipo 5

Rotura por compresión diagonal.

Tipo 6

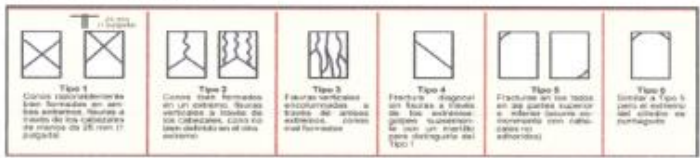

Rotura por compresión diagonal.

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL

→ Resist (N)

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rivas
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL - REG. C.A. N° 26780

ELEMENTO (s)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASPHALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA: ASTM C39 - BTC E304												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLUMBIE RUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										3-oct-24		
ITEM	CONCRETO CONVENCIONAL		F'c - 210 - Kg/Cm2 - 100 % ROCA TRITURADA				TIPO DE ROTURA		F'c - 230 - Kg/Cm2					
	ESQUEMA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	RESISTENCIA (Kg/Cm2)	F'c (Kg/cm2)	F'c (%)
1	F'c - 210 - Kg/Cm2 - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	28	2-oct-24	148.50	259.00	12087	3	325.06	33615	17554	191	230	91.2%
2	F'c - 210 - Kg/Cm2 - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	28	2-oct-24	149.75	259.50	12115	5	336.35	34277	17613	195	230	92.7%
3	F'c - 210 - Kg/Cm2 - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	28	2-oct-24	150.81	303.63	12692	5	338.09	34475	17662	193	230	91.9%
Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestras de los probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.														
La descripción y fechas de vaciado de los probetas fueron proporcionadas por el solicitante.														
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.														
El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.														
(*)														
TIPO DE ROTURA														
ASTM C39														
														


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y ASPHALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Goremis Riberoachin Riberoachin
 JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 257870



ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Objeto: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDIADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".

Solicitante: JORGE LIAS COLUMCHE BUSTAMANTE Hecho Por: R.C.A

Carriera A.F: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA Ing. Responsable: G.R.R

Carriera A.G: LOS ANDES COLPA TUAPAMPA Fecha: 28/07/2024

Material: (98% ROCA TRITURADA)

Estructura: DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tamaño Máximo: 1.1/2"

Método de Diseño ACI - (Comité 211)

DISEÑO DE CONCRETO F'c 280 Kg/cm²

DATOS			VOLUMENES ABSOLUTOS		
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO			Cemento	0.140	m ³
F'c (Diseño)	280	Kg/cm ²	Agua	0.252	m ³
			Aire	0.016	m ³
			Agregado Grueso	0.308	m ³
			Sub-Total	0.716	m ³
CEMENTO FACASBAYO PORTLAND TIPO I			CONTENIDO DE ADREGADO FINO		
TIPO I	FACASBAYO		Volumen Absoluto Fino	0.284	m ³
Peso Específico	3.15		Peso Fino Seco	731.3	Kg/m ³
AGREGADO FINO			VALORES DE DISEÑO		
Peso Específico	2.571	T/m ³	Cemento	442	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1.583	T/m ³	Agua	252	Litros
Peso Unitario Suelto	1.425	T/m ³	Agregado Fino Seco	731	Kg/m ³
Absorción	1.32	%	Agregado Grueso Seco	797	Kg/m ³
Humedad	1.35	%			
Módulo de Finura	3.92				
AGREGADO GRUESO CHANCADO			CORRECCION POR HUMEDAD		
Tam. Máx. Nominal	1"	25.40 mm	Agregado Fino Húmedo	741	Kg/m ³
Peso Específico	2.588	T/m ³	Agregado Grueso Húmedo	804	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1.538	T/m ³			
Peso Unitario Suelto	1.407	T/m ³	HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS ADREGADOS		
Absorción	0.14	%	Agregado Fino	0.50	%
Humedad	0.80	%	Agregado Grueso	0.4	%
ADITIVOS EN LA MEZCLA			APORTE DE HUMEDAD DE LOS ADREGADOS		
			Agregado Fino	3.2	Litros
			Agregado Grueso	2.9	Litros
			Agua de Humedad	3.1	Litros
			Agua efectiva	249	Litros
PROCESAMIENTO			PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Aislamiento	3" - 4"	inchi	Cemento	442	Kg/m ³
Volumen Unitario de Agua	282.0	Litros	Agua Efectiva	249	Litros
Contenido de Aire	1.50	%	Agregado Fino Húmedo	741	Kg/m ³
Relación a/c Resistencia	0.07	ac/c	Agregado Grueso Húmedo	804	Kg/m ³
Factor Cemento	442	Kg/m ³			
Factor Cemento	15.40	Bolsas/m ³			
VOLUMENES ABSOLUTOS M3/M3 DE MEZCLA			AGREGADOS EN LA MEZCLA		
Cemento	0.140	m ³	Agregado Fino en %	46.0%	%
Agua	0.252	m ³	Agregado Grueso en %	52.0%	%
Aire	0.016	m ³	Agregado Grueso en la Mezcla	100.0%	%
			Incidencia de Agregado Fino	0.2845	m ³
			Incidencia de Agregado Grueso	0.3082	m ³
			Agregado Fino Sin Corregir	731.3	Kg/m ³
			Agregado Grueso Sin Corregir	797.4	Kg/m ³

RESULTADOS FINALES

PROPORCIONES EN PESO

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	1.68	1.62	0.56

PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento Bolsa	Ag. Fino p3	Ag. Grueso p3	Agua Litros
1.00	1.77	1.54	23.9

PESO POR TANDA

Cemento	Agua Efectiva	Agregado Fino	Agregado Grueso
42.5	25.2	71.2	77.3

PROPORCIONES EN BALDES

Cemento Bolsa	Baldes Agregado Fino	Baldes Agregado Grueso	Agua Litros
1.00	2.78	3.05	23.9

Observaciones: Las Proporciones en Baldes, Corresponde a un Balde de Capacidad de 18 Litros

OBSERVACIONES:

Los Datos de Diseño están basados en las verificaciones de este proyecto, por lo que su uso es obligatorio. En caso que las Características Físicas y Mecánicas de los Materiales Presente alguna variación o Bajas Específicas, Quien Encargado del Proyecto deberá volver Rediseñar y realizar el ajuste del Diseño de Mezcla.

GSE
INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C.
Iván Ciega Díaz
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GSE
LABORATORIO
INGENIERIA ACNSTRUCCION S.A.C.
[Firma]
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 287870

ELEMENTO (H)		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASPHALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA: ASTM C39 - MTC E304												
SOLICITANTE: JORGE LUIS COLINCHIE BUSTAMANTE		PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022".										11-sep-24		
ITEM	CONCRETO CONVENCIONAL		F _c - 280 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA		TIPO DE MEZCLA			F _c - 280 - Kg/Cm ²						
	SUBVENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (Kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/Cm ²)	f _c (%)
1	F _c - 280 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	7	11-sep-24	100.02	300.04	12582	5	374.84	38222	17926	210	280	77.26
2	F _c - 280 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	7	11-sep-24	151.50	303.00	12692	5	376.77	38413	18027	213	280	76.13
3	F _c - 280 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	7	11-sep-24	150.96	301.92	12602	2	375.14	38440	17848	216	280	77.33

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni en el ensayo de los probetes, solo se limitó a realizar la rotura del testigo.

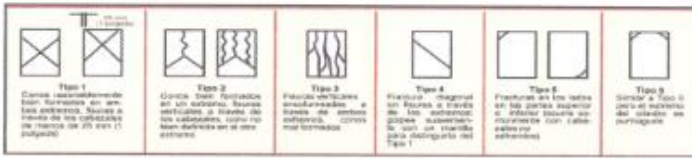
La descripción y fechas de vencimiento de los probetes fueron proporcionados por el solicitante.

Los ensayos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.


El método y cuidado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASPHALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
General Benavente Almaguer
 INGENIERO CIVIL - REG. OF. N° 267870

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 - MTC E.704

SOLICITANTE: JORGE LUIS COLLINCHÉ BUSTAMANTE PROYECTO: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO FINO POR RESIDUO ZARANDADO DE ROCA TRITURADA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, CHOTA - 2022". 3 oct - 24

ELEMENTO (S)	CONCRETO CONVENCIONAL		F _c - 280 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA		TIPO DE MEZCLA		F _c - 280 - Kg/Cm ²							
	ELEMENTO	FECHA DE ESTRUCTURA	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (%)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (Kg/Cm ²)	F _c (Kg/cm ²)	F _s (%)
1	F _c - 280 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	28	2-oct-24	151.30	302.60	13209	5	453.27	46936	17975	250	280	91.4%
2	F _c - 280 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	28	2-oct-24	151.13	302.26	13185	5	462.46	47110	17930	252	280	90.0%
3	F _c - 280 - Kg/Cm ² - 100 % ROCA TRITURADA	4-sep-24	28	2-oct-24	150.10	300.20	13184	2	494.69	50444	17495	285	280	101.8%

Observaciones y referencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni maestro de los probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vencido de los probetas fueron proporcionados por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El análisis y curado de los testigos ha sido realizado por el laboratorio.

(f)

Tipo 1
Cargas excesivamente altas provocadas en algunos ensayos, fuerzas a lo largo de las espaldas de espaldas de 25 mm (1 pulgada).

Tipo 2
Cargas altas provocadas en un ensayo, fuerzas verticales a través de las espaldas, estas no están distribuidas en el ensayo.

Tipo 3
Fuerzas verticales excesivamente a través de las espaldas, con una rotura.

Tipo 4
Fractura diagonal en un ensayo a través de las espaldas, golpes subsiguientes en una sola muestra para el ensayo del tipo.

Tipo 5
Cracks en los testigos en las partes superiores o inferiores, fuerzas de compresión con un lado del ensayo.

Tipo 6
Rotura en Tipo 5, con un defecto del ensayo en parámetro.

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL

→ Resist (%)

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Ríos
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 20787