

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

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



TESIS

**EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON RESIDUOS DE
TEJA ARTESANAL Y VIDRIO, CHOTA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

ELAR PERCY CUEVA MEDINA

Asesor:

Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ

Chota – Perú

2021



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: CUEVA MEDINA ELAR PERCY

Código del alumno: 2014050133

Correo electrónico: percume@gmail.com

Teléfono: 965649779

DNI: 48378918

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

☐ Trabajo de investigación

☐ Trabajo de suficiencia profesional

☐ Trabajo académico

☒ Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

☐ Bachiller

☐ Licenciado

☒ Título

☐ Magister

☐ Segunda especialidad

☐ Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

"EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON RESIDUOS DE TEJA ARTESANAL Y VIDRIO, CHOTA"

5. FACULTAD DE: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: INGENIERÍA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: BENAVIDEZ NÚÑEZ CLAUDIA EMILIA

Teléfono: 959008297

Correo electrónico : cebenavidez@unach.edu.pe

D.N.I: 70609688

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

FIRMA: ELAR PERCY CUEVA MEDINA

DNI. 48378918

EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON RESIDUOS DE TEJA ARTESANAL Y VIDRIO, CHOTA

POR:

ELAR PERCY CUEVA MEDINA

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE CHOTA PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



Dr. Ing. Elmer Chavez Vasquez
Reg. CIP. 81731

**Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez
PRESIDENTE**



Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
CIP. 18792

**Mg. Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
SECRETARIO**



Mg. Fís. Elmer Walmer Vásquez Bustamante
GFP. 0424

**Mg. Fís. Elmer Walmer Vásquez Bustamante
VOCAL**

**COPYRIGHT @ 2021 by
ELAR PERCY CUEVA MEDINA
Todos los derechos reservados.**

DEDICATORIA

A:

Dios por concederme la existencia, por brindarme a mi familia y poder alcanzar grandes metas. A mis padres, Grimaniel Cueva y Victoria Medina, por ser los pilares fundamentales en toda mi formación académica y de vida. Gracias a ellos por conceder gran parte de sus vidas para educarme, formarme como persona y por guiarme en la visión de futuros días. A mi hermana, Deysi Cueva, por el apoyo constante, por confiar y creer en mis expectativas. Y finalmente a todos los miembros de mi familia, compañeros y amigos por contribuir a que llegara este momento. GRACIAS

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi guía fundamental, porque su palabra ha iluminado mi camino permitiéndome ser ingeniero civil para poder desarrollarme como profesional a lo largo de toda mi vida.

A mis padres por el soporte absoluto y constante que me han brindado durante todo este tiempo de desarrollo profesional, pues han sido mi motivo de lucha y superación en la vida.

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota por permitirme formar parte de ella, y gracias a ello poder formarme como profesional y ser una mejor persona.

A mi asesora de tesis Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez, por su apoyo incondicional en el desarrollo y culminación de la presente investigación.

Y así también, a todos mis docentes quienes durante el transcurso de estos años me orientaron y guiaron en las diversas fases de la carrera, sus valiosos aportes fueron complemento para el desarrollo teórico y práctico de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxiii
CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN	23
1.1. Planteamiento del problema	23
1.2. Formulación del problema	26
1.3. Justificación e importancia	26
1.4. Delimitación de la investigación	28
1.5. Limitaciones	29
1.6. Objetivos	29
1.6.1. Objetivo general.....	29
1.6.2. Objetivos específicos.....	29
CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO.....	30
2.1. Antecedentes	30
2.2. Bases conceptuales	34
2.2.1. Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición (Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA)	34
2.2.2. Concreto	34
2.2.3. Cemento Portland. (NTP 334.009)	34
2.2.4. Agregados (NTP 400.011)	35
2.2.5. Agua	46
2.2.6. Propiedades del Concreto en estado fresco.	47
2.2.7. Propiedades del concreto es estado endurecido.	49
2.2.8. Materiales Cerámicos.....	50
2.2.9. Las tejas artesanales en la construcción	52
2.2.10. El Vidrio.....	53

2.2.11.	El vidrio como residuo de construcción	56
2.2.12.	Reutilización del vidrio.....	56
2.2.13.	Método de diseño del comité 211 ACI.....	56
2.3.	Definición de términos	57
2.3.1.	Teja Artesanal.....	57
2.3.2.	Vidrio	57
2.3.3.	Absorción.....	57
2.3.4.	Diseño de mezcla.....	57
2.3.5.	Porcentaje de absorción	58
2.3.6.	Abrasión	58
2.3.7.	Curado	58
2.3.8.	Curva Granulométrica.....	58
CAPÍTULO III.- PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS Y VARIABLES.....		59
3.1.	Hipótesis.....	59
3.2.	Variables	59
3.2.1.	Variable independiente:	59
3.2.2.	Variable dependiente:	59
3.3.	Operacionalización de Variables	60
CAPÍTULO IV.- MARCO METODOLÓGICO		62
4.1.	Ubicación geográfica del estudio	62
4.2.	Unidad de análisis, población y muestra	62
4.3.	Tipo y descripción del diseño de investigación.....	64
4.3.1.	Tipo de investigación	64
4.3.2.	Diseño de investigación	64
4.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	64

4.4.1. Ensayos de los Agregados	65
4.4.2. Ensayos del concreto en estado fresco	76
4.4.3. Ensayos del concreto en estado endurecido.	80
4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información.	83
4.5.1. Procedencia de los materiales empleados	83
4.5.2. Propiedades Físico – Mecánicas de los elementos del concreto.....	84
4.5.3. Diseño de Mezcla	119
4.5.4. Proceso de Elaboración de Probetas	132
4.5.5. Ensayos Realizados al Concreto en estado fresco.....	137
4.5.6. Ensayos Realizados al concreto en estado endurecido.....	141
4.5.7. Costos para la obtención de probetas para diferentes porcentajes de residuos de teja artesanal y vidrio.....	162
4.6. Matriz de consistencia metodológica.....	167
CAPÍTULO V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	168
5.1. Presentación de resultados.....	168
5.1.1. Propiedades Físico – Mecánicas de los elementos del concreto.....	168
5.1.2. Ensayos realizados al concreto en estado fresco	179
5.1.3. Ensayos realizados al concreto en estado endurecido	180
5.1.4. Costos generales para la obtención de probetas de concreto.....	185
5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.	206
5.3. Contrastación de la hipótesis.	189
CAPÍTULO V.- PROPUESTA.....	219
CONCLUSIONES	205
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS	206
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	207

ANEXOS.....	213
-------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos granulométricos del agregado grueso	38
Tabla 2. Granulometría del agregado fino	39
Tabla 3. Límites permisibles de la calidad del agua para su uso en mezclas y curado según la Norma NTP 339.088.....	47
Tabla 4. Porcentajes de los componentes de vidrio.....	53
Tabla 5. Propiedades de los vidrios.....	54
Tabla 6. Componentes químicos de los vidrios sódicos.....	55
Tabla 7. Cuadro de Operacionalización de variables	60
Tabla 8. Detalle de probetas ensayadas a compresión.....	63
Tabla 9. Detalle de probetas para ensayos de absorción	63
Tabla 10. Tolerancia de tiempo de ensayo a la compresión	81
Tabla 11. Composición química del cemento	84
Tabla 12. Propiedades físicas del cemento	85
Tabla 13. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado fino.	86
Tabla 14. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado fino.	87
Tabla 15. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado fino.	88
Tabla 16. Procesamiento de datos para el análisis del contenido de humedad del agregado fino.....	89
Tabla 17. Procesamiento de datos para el análisis de la cantidad de finos que pasan la malla #200 del agregado fino.	90
Tabla 18. Procesamiento de datos para el análisis del peso específico del agregado fino. .	91
Tabla 19. Procesamiento de datos para el análisis de absorción del agregado fino.	92
Tabla 20. Procesamiento de datos para el análisis del peso unitario del agregado fino.....	93

Tabla 21. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado grueso	94
Tabla 22. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado grueso	95
Tabla 23. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado grueso	96
Tabla 24. Procesamiento de datos para el análisis del contenido de humedad del agregado grueso.....	97
Tabla 25. Procesamiento de datos para el análisis de la cantidad de finos que pasan la malla #200 del agregado grueso	98
Tabla 26. Procesamiento de datos para el análisis del peso específico del agregado grueso.....	99
Tabla 27. Procesamiento de datos para el análisis de absorción del agregado grueso	100
Tabla 28. Procesamiento de datos para el análisis del peso unitario del agregado grueso....	101
Tabla 29. Procesamiento de datos para el análisis de abrasión del agregado grueso.....	102
Tabla 30. Pesos tamizados mezclados para ensayos del vidrio triturado.	103
Tabla 31. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico de la teja artesanal triturada.....	104
Tabla 32. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico de la teja artesanal triturada.....	105
Tabla 33. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico de la teja artesanal triturada.....	106
Tabla 34. Procesamiento de datos para el análisis de la cantidad de finos que pasan la malla #200 de la teja artesanal triturada.	107
Tabla 35. Procesamiento de datos para el análisis del peso específico de la teja artesanal triturada.....	108
Tabla 36. Procesamiento de datos para el análisis de absorción de la teja artesanal triturada.....	109
Tabla 37. Procesamiento de datos para el análisis del peso unitario de la teja artesanal triturada.....	110

Tabla 38. Pesos tamizados mezclados para ensayos del vidrio triturado.	111
Tabla 39. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del vidrio triturado.	112
Tabla 40. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del vidrio triturado.	113
Tabla 41. Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del vidrio triturado.	114
Tabla 42. Procesamiento de datos para el análisis de la cantidad de finos que pasan la malla #200 del vidrio triturado.	115
Tabla 43. Procesamiento de datos para el análisis del peso específico del vidrio triturado.	116
Tabla 44. Procesamiento de datos para el análisis de absorción del vidrio triturado.	117
Tabla 45. Procesamiento de datos para el análisis del peso unitario del vidrio triturado.	118
Tabla 46. Resumen de datos a ser utilizar en el diseño de mezcla.	119
Tabla 47. Factores que se consideran según la resistencia que se desee.	120
Tabla 48. Factores a tener en cuenta según la calidad.	121
Tabla 49. Porcentaje de aire atrapado.	121
Tabla 50. Slump recomendado para diversos tipos de construcción.	122
Tabla 51. Cantidad aproximada de agua para amasado.	123
Tabla 52. Relación Agua/Cemento vs Resistencia del concreto.	124
Tabla 53. Volumen del agregado grueso compactado en seco.	125
Tabla 54. Presentación del diseño en estado seco.	127
Tabla 55. Presentación del diseño en estado seco con adición de residuos de teja artesanal y vidrio.	128
Tabla 56. Cálculo de la corrección por humedad, aporte de agua en la mezcla y agua efectiva para cada diseño.	129
Tabla 57. Proporcionamiento para cada diseño.	130
Tabla 58. Material requerido para cada porcentaje de adición.	131

Tabla 59. Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 0% de teja artesanal y vidrio.....	138
Tabla 60. Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 5% de teja artesanal y vidrio.....	138
Tabla 61. Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 10% de teja artesanal y vidrio.....	139
Tabla 62. Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 15% de teja artesanal y vidrio.....	139
Tabla 63. Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 20% de teja artesanal y vidrio.....	140
Tabla 64. Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 30% de teja artesanal y vidrio.....	140
Tabla 65. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 0% de teja artesanal y vidrio.	141
Tabla 66. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 5% de teja artesanal y vidrio.	142
Tabla 67. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 10% de teja artesanal y vidrio.	143
Tabla 68. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 15% de teja artesanal y vidrio.	144
Tabla 69. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 20% de teja artesanal y vidrio.	145
Tabla 70. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 30% de teja artesanal y vidrio.	146
Tabla 71. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 0% de teja artesanal y vidrio.	147
Tabla 72. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 5% de teja artesanal y vidrio.	148

Tabla 73. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 10% de teja artesanal y vidrio.	149
Tabla 74. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 15% de teja artesanal y vidrio.	150
Tabla 75. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 20% de teja artesanal y vidrio.	151
Tabla 76. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 30% de teja artesanal y vidrio.	152
Tabla 77. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 0% de teja artesanal y vidrio.	153
Tabla 78. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 5% de teja artesanal y vidrio.	154
Tabla 79. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 10% de teja artesanal y vidrio.	155
Tabla 80. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 15% de teja artesanal y vidrio.	156
Tabla 81. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 20% de teja artesanal y vidrio.	157
Tabla 82. Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 30% de teja artesanal y vidrio.	158
Tabla 83. Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 0% de teja artesanal y vidrio.	159
Tabla 84. Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 5% de teja artesanal y vidrio.	159
Tabla 85. Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 10% de teja artesanal y vidrio.	160
Tabla 86. Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 15% de teja artesanal y vidrio.	160

Tabla 87. Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 20% de teja artesanal y vidrio.	161
Tabla 88. Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 30% de teja artesanal y vidrio.	161
Tabla 89. Costos de materiales por m ³ para diferentes porcentajes de residuos de teja artesanal y vidrio.	163
Tabla 90. Costos de materiales en la obtención de probetas para ensayos a compresión con diferentes porcentajes de teja artesanal y vidrio.	164
Tabla 91. Costos de materiales en la obtención de probetas para ensayos de absorción con diferentes porcentajes de teja artesanal y vidrio.	165
Tabla 92. Costos de equipo y/o herramientas y mano de obra.	166
Tabla 93. Matriz de consistencia.	167
Tabla 94. Tabla de resumen del agregado grueso usado para la elaboración del concreto.	168
Tabla 95. Tabla de resumen del agregado fino usado para la elaboración del concreto. ..	170
Tabla 96. Tabla de resumen del agregado fino (Teja Artesanal) usado para la elaboración del concreto.	173
Tabla 97. Tabla de resumen del agregado fino (Vidrio) usado para la elaboración del concreto.	175
Tabla 98. Tabla de resumen de datos del agregado fino (arena), teja artesanal y vidrio...	177
Tabla 99. Tabla de resumen de datos del concreto fresco con diferentes adiciones de residuos de teja artesanal y vidrio.	179
Tabla 100. Tablas de comparación de resistencias a compresión de las probetas de concreto con diferentes porcentajes de adición de teja artesanal y vidrio.	180
Tabla 101. Tablas de comparación de ritmo de absorción de agua con diferentes porcentajes de adición de teja artesanal y vidrio.	182
Tabla 102. Resumen de los costos de los materiales para probetas ensayadas a compresión de cada diseño.	185

Tabla 103. Detalle del cálculo estadístico del contraste de prueba para la resistencia a la compresión axial del concreto.....	190
Tabla 104. Valores de distribución T Student con interacción de grados de libertad y nivel de significancia para la resistencia a la compresión del concreto	191
Tabla 105. Detalle del cálculo estadístico del contraste de prueba para la absorción del concreto	195
Tabla 106. Valores de distribución T Student con interacción de grados de libertad y nivel de significancia para la absorción del concreto	196

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Análisis granulométrico de los agregados mediante el tamizado.	65
Figura 2. Peso específico de masa de los agregados	69
Figura 3. Ensayo del slump	76
Figura 4. Medidor del contenido de aire del concreto.....	78
Figura 5. Máquina de ensayo a la compresión	80
Figura 6. Procesos efectuados en el análisis de la información	83
Figura 7. Pesaje de materiales para ser usado en la mezcla.	132
Figura 8. Adición de teja artesanal a la mezcla para cada porcentaje de reemplazo.....	132
Figura 9. Adición de vidrio reciclado a la mezcla para cada porcentaje de reemplazo. ...	133
Figura 10. Mezclado de todos los componentes a ser usados en la mezcla.	133
Figura 11. Vaciado del trompo a una carretilla después de concluido el mezclado.....	134
Figura 12. Ensayo de asentamiento con el cono de Abrams	134
Figura 13. Ensayo en la olla de Washington.	135
Figura 14. Medición de la temperatura con el termómetro.	135
Figura 15. Moldeado de probetas.	136
Figura 16. Etiquetado de probetas luego del desmolde.....	136
Figura 17. Probetas en poza de curado.....	137
Figura 18. Curva granulométrica del agregado grueso.	169
Figura 19. Curva granulométrica del agregado fino.....	171
Figura 20. Curva granulométrica de la teja artesanal triturada.	174
Figura 21. Curva granulométrica del vidrio triturado.	176
Figura 22. Comparación de las curvas de esfuerzo a compresión vs edad	181
Figura 23. Comparación de las curvas de ritmo de absorción de agua en el concreto.....	183

Figura 24. Proceso de chancado del agregado grueso para obtener el diámetro requerido.....	214
Figura 25. Residuos de teja artesanal provenientes de demoliciones de viviendas.	214
Figura 26. Residuos de teja artesanal provenientes de demoliciones de viviendas.	215
Figura 27. Traslado de residuos de vidrio.	215
Figura 28. Tamizado de la teja artesanal y vidrio para obtener el tamaño máximo deseado.....	216
Figura 29. Realizando el cuarteado del agregado grueso (piedra chancada)	216
Figura 30. Realizando el varillado para el ensayo de peso unitario variado del agregado grueso.....	217
Figura 31. Realizando el varillado para el ensayo de peso unitario variado de la teja artesanal.....	217
Figura 32. Realizando el varillado para el ensayo de peso unitario variado del vidrio.....	218
Figura 33. Ubicación de los tamices en el tamizador para realizar el tamizado respectivo.....	218
Figura 34. Verificación de muestra para ensayo de peso específico y absorción de agregado fino.....	219
Figura 35. Muestra de teja artesanal apropiada para realizar el ensayo de peso específico y absorción.....	219
Figura 36. Extracción de muestra saturada de agregado grueso para ensayo de peso específico y absorción.	220
Figura 37. Retiro de muestra de agregado grueso de la estufa para el pesado – peso específico.....	220
Figura 38. Recojo del agregado grueso de la máquina de los ángeles transcurridos las 500 RPM.....	221
Figura 39. Realizando el tamizado del agregado grueso luego de la extracción de la máquina de los ángeles.....	221

Figura 40. Lavado de la teja artesanal en el ensayo del porcentaje de finos que pasa la malla #200.....	222
Figura 41. Realizando el lavado del vidrio en el ensayo del porcentaje de finos que pasa la malla #200.....	222
Figura 42. Probetas para la realización de ensayo de ritmo de absorción del concreto. ...	223
Figura 43. Rotura de probetas ensayadas a compresión.....	223
Figura 44. Rotura de probetas ensayadas a compresión.....	224
Figura 45. Rotura de probetas ensayadas a compresión.....	224

ÍNDICE DE FORMULAS

Fórmula 1. Cálculo del porcentaje retenido de los agregados.....	40
Fórmula 2. Cálculo del módulo de fineza de los agregados.....	41
Fórmula 3. Cálculo del contenido de humedad de los agregados	41
Fórmula 4. Cálculo de la cantidad de finos que pasan por la malla N° 200 de los agregados agregados.....	42
Fórmula 5. Cálculo del peso específico de masa del agregado grueso	43
Fórmula 6. Cálculo del peso específico de masa saturada con superficie seca del agregado grueso.....	43
Fórmula 7. Cálculo del peso específico aparente del agregado grueso.....	43
Fórmula 8. Cálculo de la absorción del agregado grueso	43
Fórmula 9. Cálculo de la densidad seca en el horno del agregado fino	44
Fórmula 10. Cálculo de la densidad saturada superficialmente seca del agregado fino.....	44
Fórmula 11. Cálculo de la densidad aparente del agregado fino	44
Fórmula 12. Cálculo de la absorción del agregado fino.....	44
Fórmula 13. Cálculo del peso unitario en agregados	45
Fórmula 14. Cálculo de la cantidad de desgaste en el agregado grueso	46
Fórmula 15. Cálculo para el peso unitario del concreto.....	48
Fórmula 16. Cálculo de la resistencia a compresión de los adoquines de concreto.....	49
Fórmula 17. Cálculo del ritmo de absorción del concreto se determina con la siguiente formula.....	50
Fórmula 18. Cálculo de la media aritmetica de la muestra.....	190
Fórmula 19. Cálculo de la desviación estándar.....	190
Fórmula 20. Cálculo de la distribución t-student.....	190

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

ACI = *American Concrete Institute*, Método de diseño de mezcla.

AF = Agregado fino.

AG = Agregado grueso.

ASTM = Estándares ASTM, *American Society for Testing and Materials*.

MF = Módulo de finura.

NTP = Normas Técnicas Peruanas.

RCD = Residuos de construcción y demolición.

RT = Residuos de teja artesanal.

RV = Residuos de vidrio.

S = Desviación estándar

t = Distribución t - student

TMN = Tamaño Máximo Nominal.

VD = Variable dependiente.

VI = Variable independiente.

RESUMEN

El presente estudio de investigación se enfocó en la evaluación del concreto elaborado con residuos de teja artesanal y vidrio, como sustitutos del agregado fino en porcentajes del 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 30%, cumpliendo con los parámetros granulométricos del agregado fino según la Norma Técnica Peruana. El objetivo general de la tesis fue determinar la influencia de los residuos de teja artesanal y vidrio en las propiedades físico-mecánicas en el concreto mediante la resistencia a compresión y ritmo de absorción. Se elaboraron 54 probetas cilíndricas ensayadas a compresión a los 7, 14 y 28 días y 12 probetas para ensayos de absorción a los 90 días. Del análisis de las propiedades físicas de los residuos de teja artesanal y vidrio se obtuvo un módulo de finura de 2.776 y 2.774 respectivamente demostró que al utilizar residuos de teja artesanal y vidrio mejorados mediante el tamiza; del porcentaje de finos que pasa la malla # 200 se obtuvo 2.56% y 1.09% cumpliendo con los parámetros establecidos en la normativa. De la resistencia a la compresión con el 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 30 % se obtuvo 219.28kg/cm², 229.18kg/cm², 239.36%, 229.36%, 220.10kg/cm² y 220.34kg/cm²; de la absorción del concreto con 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 30 % se obtuvo 2.39mm, 2.381mm, 2.377mm, 2.389mm, 2.393mm y 2.396mm respectivamente. Según las conclusiones se evidencia que los residuos de teja artesanal y vidrio son materiales con las propiedades adecuadas para ser usados como reemplazo del agregado fino, además se concluye que el porcentaje óptimo de reemplazo es el 10% ya que se obtuvo un incremento de la resistencia a la compresión del 9.17% y una reducción del ritmo de absorción del concreto de 0.54%, mejorando la calidad del concreto.

Palabras clave: Concreto, teja artesanal, vidrio, resistencia, cemento, residuos.

ABSTRACT

This research study focused on the evaluation of concrete made with artisanal tile and glass residues, as substitutes for fine aggregate in percentages of 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 30%, complying with the granulometric parameters of the fine aggregate according to the Peruvian Technical Standard. The general objective of the thesis was to determine the influence of artisanal tile and glass residues on the physical-mechanical properties in concrete through compressive strength and absorption rate. 54 cylindrical specimens tested for compression at 7, 14 and 28 days and 12 specimens for absorption tests at 90 days were made. From the analysis of the physical properties of the artisanal tile and glass residues, a fineness modulus of 2,776 and 2,774 respectively was obtained, it showed that when using artisanal tile and glass residues improved by sieving; From the percentage of fines that the # 200 mesh passes, 2.56% and 1.09% were obtained, complying with the parameters established in the regulations. From the compressive strength with 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 30%, 219.28kg / cm², 229.18kg / cm², 239.36%, 229.36%, 220.10kg / cm² and 220.34kg were obtained. / cm²; From the concrete absorption with 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 30%, 2.39mm, 2.381mm, 2.377mm, 2.389mm, 2.393mm and 2.396mm were obtained respectively. According to the conclusions, it is evidenced that artisanal tile and glass residues are materials with adequate properties to be used as a replacement for fine aggregate, it is also concluded that the optimal replacement percentage is 10% since an increase in resistance was obtained compression of 9.17% and a reduction in the rate of concrete absorption of 0.54%, improving the quality of the concrete.

Keywords: Concrete, artisan tile, glass, resistance, cement, wast

CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El hombre ha logrado emplear sus conocimientos en el desarrollo de lo existente en el mundo por medio de la industrialización, donde la industria de la construcción ocupa gran parte resaltante de dicha transformación, pero estamos distantes de emplear todos los requisitos esenciales que requiere el medio ambiente. El concreto es el elemento esencial de la construcción, el cual tienen un impacto directo en tiempo de vida de la obra en que se emplee, así como una acción negativa en el medio ambiente. Los métodos de mejora están basados en el decrecimiento de la explotación de recursos naturales, que producen impactos de extracción, así como en la disminución de los impactos de emisiones, generados por los residuos y emisiones de los procesos productivos (Reilly *et al.*, 2010).

Dentro de la ingeniería, el aspecto ambiental ha tomado mayor énfasis, en cuanto a las construcciones ecológicas, haciendo necesario el análisis de materiales que sea de impacto positivo al ser utilizados. Investigar nuevos materiales que sean desechados después de cumplir su vida útil, es entonces una fórmula esencial y convertirse en un desafío mayor para la ingeniería del siglo XXI (Silvestre, 2017, p.12).

En Latinoamérica, algunos países como Brasil y México han empleado, procesos de aprovechamiento dirigidos a la obtención de agregados reciclados. En Colombia, se reporta que en ciudades con ascenso de crecimiento demográfico, como Bogotá, generan en promedio de 15 millones de toneladas de RCD anual, los cuales no son aprovechadas en la actualidad; de estos, se señala que el 54 % corresponde a material cerámico (tejas, vidrios, ladrillos, azulejos y otros) y un 12 %, a concreto (Robayo *et al.*, 2016).

En el Perú, el (Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA), regula el manejo adecuado de los residuos generados en el sector construcción para minimizar las fuentes de segregación de materiales, así como promover el aprovechamiento, recolección para prevenir los impactos ambientales y proteger la salud. Es oficio de los municipios provinciales en coordinación con las municipios distritales de establecer los puntos de disposición de escombreras, pero pese a ello no se ejerce una reutilización de residuos que permita el aprovechamiento de los beneficios que se podrían obtener, además de mejorar el aspecto ambiental.

Según Silva (2017), se generan en promedio de 2 000 toneladas de residuos por día en ciudades de alto crecimiento demográfico, de las cuales el 90% de todos los RCD (concreto, ladrillos, tejas, vidrios, porcelanas, etc.), no son aprovechados y son depositados en botaderos (p.8).

En la actualidad en el distrito de Chota el medio constructivo va evolucionando aceleradamente tanto en el sector rural como urbano, quedando atrás los materiales rústicos tradicionales y dando realce a materiales nobles, pero a la vez el incremento de residuos constructivos aumenta considerablemente producto de la construcción y demolición de viviendas generando toneladas de residuos sólidos, donde encontramos los materiales cerámicos como tejas artesanales y vidrios. La teja artesanal es un elemento cerámico a base de arcilla generalmente utilizadas anteriormente en viviendas rústicas, el cual en la actualidad ha sido reemplazado por materiales metálicos, dichos elementos han sido dejados en desuso debido a la gran demanda industrial de la calamina y otros elementos. Según el Instituto Nacional de Estadística e informática (2018), las viviendas particulares con material

predominante en cubiertas de teja artesanal son de 19%, evidenciando un porcentaje moderado para su reutilización y mejor aprovechamiento.

Por otro lado el vidrio es uno de los residuos de construcción que requiere mayor tiempo de descomposición, pero a su vez es uno de los elementos más usados en acabados y remodelaciones de edificaciones en la actualidad; generalmente en el distrito de Chota los residuos de construcción y demolición son llevados a botaderos ubicados en las orillas de los ríos al no ser reutilizados o reciclados, provocando un alto porcentaje de contaminación al medio ambiente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influyen los residuos de teja artesanal y vidrio en las propiedades físico-mecánicas del concreto en el distrito de Chota?

1.2.2. Problemas específicos

- A.** ¿Cómo influyen los residuos de teja artesanal y vidrio en la resistencia a compresión del concreto en estado endurecido?
- B.** ¿Cómo influyen los residuos de teja artesanal y vidrio en el ritmo de absorción del concreto?
- C.** ¿Cuáles son los resultados de las propiedades físico-mecánicas de residuos de teja artesanal y vidrio para su empleo en el concreto?

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación ambiental

- Generar un uso alternativo y aprovechar los residuos de teja artesanal y vidrios como sustitutos del agregado fino (arena) para la obtención de concreto, evitará la generación de impactos ambientales negativos, asociados a la generación de material particulado, pérdida de las propiedades físicas del suelo, alteración en la distribución y abundancia de especies de flora y fauna; a causa de la explotación de canteras para la obtención de agregado fino destinado al ámbito de la construcción.
- La elaboración de un concreto ecológico o más amigable con el ambiente; va a permitir fomentar la producción de una economía circular; en la cual se utilice residuos de construcción o demolición reciclados, dándoles un segundo uso y disminuyendo significativamente la cantidad y volumen de residuos a disponer en los botaderos o

escombreras y por ende disminuir los efectos y/o la alteración en la calidad del suelo, calidad del agua, la flora y la fauna.

- Reducir las áreas o botaderos clandestinos destinados a disposición final; que, en su mayoría según la realidad estudiada de la ciudad de Chota, representa un proceso inadecuado en su manejo y/o gestión de los residuos de construcción y/o demolición.
- Disminuir o controlar la generación de impactos ambientales y sus implicancias en el ambiente al disponerse inadecuadamente en cauces de ríos, quebradas en los que generalmente son dispuestos en el distrito de Chota, contribuyendo con la conservación del medio ambiente, propiciando espacios más limpios y seguros; libres de procesos de contaminación o impactos ambientales negativos evidenciados

1.3.2. Justificación económica

- Permitir analizar los aspectos económicos de la elaboración de un concreto tradicional y un concreto con residuos de teja artesanal y vidrio para determinar su viabilidad en el mercado.
- Generar ingresos económicos en la población al proporcionar materiales ecológicos para la construcción, y tener un mejor aprovechamiento de los residuos generados.

1.3.3. Justificación técnica

- Reutilizar residuos de construcción como materiales agregados en la elaboración de concreto obteniendo propiedades que cumplan los parámetros de la NTP.
- Los residuos de teja artesanal y vidrios aún no es utilizado en las edificaciones de obras de infraestructura en distrito de Chota, siendo una alternativa de solución la aplicación de estos agregados de construcción para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

1.3.4. Justificación social

- Es una alternativa de trabajo para los habitantes del Distrito de Chota, ya que generaría puestos de trabajo durante el reciclado de estos residuos de construcción, mejorando la calidad de vida a través del aumento de sus ingresos económicos por la venta de estos residuos de teja artesanal y vidrios planos que serán reutilizados.

1.3.5. Justificación científica

- Es necesario el estudio de la reutilización de los materiales ya que en la actualidad aún existe poco conocimiento de eso, para lo cual fue necesario estudiar las propiedades de cada material a ser utilizado en esta investigación.

1.4. Delimitación de la investigación

La investigación se realizó en el territorio del distrito de Chota, utilizando agregados de la cantera “Conchán”, ubicada en la carretera Chota-Tacabamba y de la cantera “Chuyabamba”, Cemento Portland Tipo I y agua de la red pública usada en el campus universitario de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. Los residuos de teja artesanal y vidrio fueron recolectados de los botaderos de residuos de construcción, así como de las diferentes vidrierías del distrito de Chota.

La presente investigación abarcó la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los agregados, residuos de teja artesanal y vidrio, propiedades del concreto fresco, resistencia a compresión de 54 probetas cilíndricas a los 7, 14 y 28 días. Asimismo, la investigación incluye la evaluación de la durabilidad del concreto mediante el ensayo de ritmo de absorción de 12 especímenes.

Los ensayos fueron realizados en los ambientes del laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. La presente tesis inició en Octubre del año 2019 y culminó en Mayo del año 2021.

1.5. Limitaciones

La presente investigación tiene como límite el estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto como resistencia a compresión axial y ensayo de calidad del concreto según el ritmo de absorción del mismo, para lo que se utilizó agregados extraídos de las canteras “Conchán”, “Chuyabamba”, residuos de teja artesanal, residuos de vidrio y cemento Portland tipo I.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los residuos de teja artesanal y vidrio, mediante el análisis de las propiedades físico-mecánicas del concreto en estado endurecido en el distrito de Chota.

1.6.2. Objetivos específicos

- A.** Determinar la resistencia a compresión del concreto en estado endurecido elaborado con residuos de teja artesanal y vidrio.
- B.** Determinar el ritmo de absorción del concreto elaborado con residuos de teja artesanal y vidrio.
- C.** Determinar las propiedades físico-mecánicas de residuos de teja artesanal y vidrio para su empleo como reemplazo parcial del agregado fino en el concreto.

CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Arias (2017), en su investigación “Propiedades físico – mecánicas del hormigón elaborado con áridos reciclados” indica que la utilización de residuos provenientes de la industria de construcción para obtener un nuevo concreto, cuyas propiedades físico - mecánicas son parecidas al del concreto convencional pero limitando el reemplazo de los agregados al 30% del agregado natural, además manifiesta que al ensayo a compresión del concreto se obtuvieron resultados beneficiosos, ya que al reemplazar proporciones del 30% y 50% del agregado natural por agregados reciclados alcanzó resistencia muy altas en comparación con el concreto convencional, a edad de 7 días su esfuerzo alcanzo del 84% al 93% de su esfuerzo final.

Peñañiel (2016) en la tesis “Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio molido en reemplazo parcial del agregado fino” menciona que a edades de 14 días y 28 días el porcentaje de reemplazo más favorable de vidrio molido por arena es el 40%, ya que se obtuvo una resistencia superior a la del concreto base, alcanzando 111.8% de la resistencia base de diseño. Además, indica que mejora sus condiciones de durabilidad, por ser un material impermeable tiene mayor resistencia a la humedad.

Aldana (2014) en la investigación “Uso de material cerámico como material para curado interno en mezclas de concreto” indica que el reemplazo de agregado grueso por material cerámico (0%, 20% y 40%) son beneficiosos, ya que en la medida que se reemplaza mayor cantidad de material cerámico, para muestras elaboradas con relación a/c de 0.30; los datos obtenidos para resistencia a compresión son más superiores que para el concreto de

muestra patrón. Además, señala que las propiedades de durabilidad se ven ligeramente afectadas a mayor reemplazo de material cerámico.

Navarro (2014) en la tesis “Uso y fomento del árido reciclado en hormigón estructural como oportunidad de mejora medioambiental y económica. Aplicación a la comunidad autónoma de La Rioja” menciona que para asegurar de que los residuos reciclados como (hormigón, ladrillo, materiales cerámicos, vidrios, tejas) se deben realizar los ensayos correspondientes de manera individual para verificar sus propiedades físicas, además de verificar las propiedades del concreto reciclado en estado endurecido. Se concluyó que el uso de dichos agregados reciclados cumple con las especificaciones requeridas, por lo que son adecuados para su implementación como agregados dentro de los componentes del concreto.

Almeida y Trujillo (2017), en la tesis “Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones” indican que al reemplazar parcialmente el agregado fino en peso por vidrio chancado en diversos porcentajes como 30%,32%,34%,36%,38% y 40% se obtiene diferentes beneficios y ventajas, al utilizar un material reutilizable reciclado reduce la explotación de agregado fino, la contaminación del ambiente. Además menciona que el concreto con el remplazo parcial de vidrio triturado mejora significativamente la trabajabilidad, según el aumenta del porcentaje de vidrio al ser un material con propiedad de impermeabilidad, el porcentaje óptimo de reemplazo por vidrio triturado fue el 36% al tener una resistencia de 215.16 kg/cm^2 a edades cortas. Además manifiesta que al reemplazo de mayor porcentaje de vidrio la trabajabilidad mejora, obteniendo asentamientos mayores. También indica el costo de obtención de concreto con vidrio triturado es mayor.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Coayla y Saire (2016) en la tesis “Evaluación de la resistencia a compresión del concreto con curado interno, elaborado con reemplazo del agregado pétreo por material cerámico” indica que al reemplazar porcentajes (10%, 20% y 30%) del agregado fino por material cerámico (teja andina artesanal) es beneficioso ya que al reemplazar el 10% del agregado fino por material cerámico se obtuvo un incremento del 5% en la resistencia a compresión en cotejo con el concreto patrón, para otros porcentajes (20% y 30%) resultan también beneficiosos, pero en mínima proporción.

López (2017) en la investigación “Influencia del vidrio reciclado provenientes de residuos de construcción, en las propiedades físico-mecánicas del concreto en la ciudad de Juliaca” menciona que la absorción disminuye considerablemente el agua al aumentar las proporciones de vidrio reciclado incorporado al agregado fino, además la resistencia a la compresión del concreto, aumenta significativamente su resistencia con el reemplazo del 30% de vidrio reciclado llegando a un porcentaje de 115.68% del concreto patrón. Además indica que a mayor incorporación de vidrio el peso unitario del concreto disminuye. Los pesos unitarios Varillados con el 0%, 30%, 60% y 100% se obtuvieron 1717.77kg/m³, 1686.69kg/m³, 1672.70kg/m³, 1204.40kg/m³ respectivamente.

Huapaya y Valdivia (2019) en la tesis “Uso de vidrio reciclado como adición en la elaboración de concreto $f'_c=315$ kg/cm² para obras portuarias” indica que el comportamiento del concreto con adición de vidrio pulverizado (6% - 9%) en estado fresco con respecto a su consistencia varia hasta 13% con respecto al concreto base. Además indica que el vidrio al tener más del 70%, de sílice (SiO₂) ayuda al incremento de resistencias, ya que se forman

mayores cantidades de silicatos en el concreto obteniéndose resistencias superiores con respecto al concreto base.

Espinoza (2019) en la tesis “Evaluación del curado interno del concreto, empleando material cerámico en la mezcla del concreto” indica la efectividad de utilización de material cerámico en reemplazo de los componentes del concreto tradicional, ya que para reemplazos de 10%, 20% y 30 % incrementan la resistencia a los 28 días en 8% con respecto al concreto patrón 2010kg/cm², además indica que el material cerámico es un elemento absorbente actuando como reserva de agua en el curado interno del concreto.

Rivera (2018) en la tesis “Diseño del concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con vidrio molido (sódico cálcico) como reemplazo del agregado fino, para mejorar la resistencia a la compresión” menciona que al reemplazar vidrio molido en reemplazo del agregado fino en porcentaje de 25%, 30% mejoran sus propiedades del concreto incrementando su resistencia a compresión, obteniéndose un porcentaje óptimo de reemplazo de 25% ya que incrementa en 11.9%, además señala que a mayor porcentaje de reemplazo el asentamiento disminuye.

2.1.3. Antecedentes regionales

Cabrera (2014) en la investigación “Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014” menciona que al hacer reemplazo de vidrio triturado en 50% por agregado grueso la resistencia a compresión incrementa en 4.09%.

Cuadros (2018) en la tesis “Estudio tecnológico del concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregados reciclados usados en edificaciones” menciona que la inclusión de agregados reciclados dentro del concreto califican su uso, ya que para reemplazo de 20%,

30%, 40%, 50% y 100% se obtienen resultados favorables en el incremento de su resistencia con respecto al concreto de referencia.

2.2. Bases conceptuales

2.2.1. Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición (Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA)

El presente reglamento busca regular la gestión, minimización de residuos que se generan por los procesos constructivos, promover la reutilización, recolección, comercialización de materiales no peligrosos; con el fin de orientar a la minimización de impactos ambientales, protección de la salud y el bienestar de las personas.

2.2.2. Concreto

La NTE E.060 define al concreto como mezcla de cemento de cualquier tipo, agregado fino, agregado grueso y agua potable, incluyendo o no aditivos.

Según Rivva (2004) manifiesta que el concreto es un producto compuesto, que consiste de un medio ligante conocido como pasta, dentro del cual se encuentran adheridas partículas de un medio ligado conocido como agregado. El termino pasta es el resultado de la conformación química del elemento cementante y el agua.

Para Rivera (2011), el concreto viene hacer “un material pétreo artificial obtenido de las proporciones determinadas del cemento Portland, agregados y agua, obteniendo mayor resistencia de trabajo con el pasar del tiempo” (p.8).

2.2.3. Cemento Portland. (NTP 334.009)

La NTP 334.009 (2019), indica los parámetros que deben cumplirse para hacer uso de los seis tipos de cementos portland:

Tipo I: Para uso generalizado, cuando no se requiera obtener propiedades especificadas.

Tipo II: Para ser usado de manera general, y específicamente cuando se solicita una resistencia moderada a ataques por sulfatos.

Tipo III: Indicado para cuando se solicite resistencias iniciales altas.

Tipo IV: Indicado para cuando se requiera calor de hidratación bajo.

Tipo V: Se sugiere su uso para alcanzar resistencias altas a ataques por sulfatos.

Según Rivera (2011), el concreto portland es un producto que obtenido por la pulverización del clinker Portland con el empleo de una o más formas de sulfato de calcio. “Se acepta la adición de otros elementos siempre que su utilización no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los elementos adicionales deben ser pulverizados en conjunto con el clinker” (p.18).

2.2.4. Agregados (NTP 400.011)

Según la norma NTP 400.011 (2020), señala al agregado como una conformación partículas naturales o artificiales, que pueden ser elaborados o tratados, dichas dimensiones de partículas están comprendidas en los rangos de límites estipulados por dicha normativa.

“Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto”. (Rivera, s/f, p.41)

2.2.4.1. Clasificación de los Agregados

a) Clasificación por su Procedencia

➤ Agregados naturales

“Son dichos agregados extraídos de la explotación de áreas naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de rocas y piedras naturales”. (Rivera, s.f, p.42)

“Todas las partículas de los agregados tienen su origen en una masa conjunta la que se ha fragmentado por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante la trituración mecánica realizada por acción del hombre, pero la mayoría de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio su origen”. (Rivera, s.f, p.42)

➤ Agregados artificiales

“Los agregados artificiales son los que se obtienen a partir de procesos y productos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, clinker, limaduras de hierro entre otros, estos son de mayor o menor densidad que los agregados corrientes”. (Rivera, s/f, p.45)

➤ Agregado reciclado

Según la NTP 400.037 (2020), menciona que agregado reciclado es aquel agregado cuya procedencia es de materiales inorgánicos usados en el entorno de la construcción. Estos agregados son generados de las demoliciones de estructuras: edificios, viviendas, pavimentos viejos. Estos agregados reciclados están obteniendo notable interés debido a grandes cantidades de desechos que se generan, su implementación irá en ascenso debido a un manejo medioambiental cada día más severa.

b) Clasificación por su gradación

La distribución volumétrica de las partículas de los agregados se conoce como gradación. Se referencia convencionalmente una clasificación de agregado grueso (piedra chancada) y agregado fino (arena gruesa) con relación a la dimensión de partículas mayores y menores de 4.75 mm.

El agregado debe estar bien graduado, donde las partículas más pequeñas rellenen los espacios de las partículas de mayor dimensión, de este modo el volumen del concreto queda determinado por el volumen total de los agregados, ya que el agua y el cemento llenan los espacios que se generan por las partículas más grandes del agregado. (Parker, 2008,p.31)

➤ Agregado grueso

La NTP 400.037 (2020), señala que el agregado grueso es aquel agregado que se retiene en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4), generado de la descomposición natural o artificial de las rocas, y que cumple con los límites indicados en dicha normativa.

Según la NTP 400.037 (2020), el agregado grueso debe estar incluido según los parámetros que se indican en el Tabla 1.

Tabla 1*Requisitos granulométricos del agregado grueso*

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (¾ pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5 mm	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	25,0 mm a 12,5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	...
57	25,0 mm a 4,75 mm (1	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	...
6	19,0 mm a 9,5 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	...
67	19,0 mm a 4 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (¾	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 ^A	4,75 mm a 1,18 mm	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: Norma Técnica Peruana NTP 400.037 (2018).

➤ **Agregado fino**

La NTP 400.037 (2020) señala que el agregado fino es aquel que proviene de la desmembramiento artificial o natural, el cual pasa el tamiz 3/8 pulg. (9.5mm), cumpliendo con los rangos establecidos en la NTP 400.037, los cuales se establecen en la siguiente tabla.

Tabla 2

Granulometría del agregado fino.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	05 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

Nota: Norma Técnica Peruana NTP 400.037 (2018).

Según la Tabla 2, establece los límites para los porcentajes que pasa de agregado fino. “No habrá retención de material más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera”.

2.2.4.2. Características Físicas de los Agregados

Para determinar las características necesarias de los agregados a ser utilizados para los diseños de mezcla, se realizan variedades de ensayos de laboratorio. Es necesario tener precisos los diferentes conceptos para la interpretación de los datos obtenidos.

a) Granulometría del agregado fino y grueso (NTP 400.012)

Es el proceso de separar una muestra seleccionada en diversas partes de acuerdo a las dimensiones de sus partículas, la distribución de las partículas se efectúa mediante una serie de mallas normalizadas. La granulometría del agregado fino se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los Tamices ASTM # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100 y # 200; mientras que la granulometría del agregado grueso se indica en términos de los porcentajes retenidos en los Tamices ASTM 1/4"; 3/8"; 1/2"; 3/4"; 1"; 1 1/2"; y mayores. (Rivva, 2004)

Cálculo del porcentaje retenido de los agregados:

$$Pr = \frac{Mi}{Mt} \quad \text{(Fórmula 1)}$$

Donde:

Pr = Porcentaje retenido (%)

Mi = Muestra retenida en cada tamiz (gr)

Mt = Muestra total después de tamizado (gr)

b) Módulo de finura (NTP 400.012)

Según la NTP 400.012 (2018), indica que el módulo de finura es un parámetro del tamaño promedio de las partículas de los agregados; cuanto el módulo de finura sea mayor, el agregado es más grueso.

Según Rivva (2008) el módulo de finura está indicado como la adición de porcentajes acumulados que se retienen en las mallas 3"; 1 1/2"; 3/4"; 3/8"; N° 4; N° 8; N° 16; N° 30; N° 50; y N° 100, dividida entre 100. (p.166)

En definitiva se recomienda, que el agregado fino, obtenga un valor que se encuentre dentro de los límites de 2.3 y 3.1.

Cálculo del módulo de fineza de los agregados:

$$M_f = \frac{\sum \text{de cada porcentaje retenido acumulado en cada tamiz}}{100} \quad \text{(Fórmula 2)}$$

Donde:

Mf: Módulo de fineza

c) Contenido de humedad (Norma NTP 339.185)

La NTP 339.185 (2018) establece el procedimiento para obtener el porcentaje total de humedad que se evapora en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los vacíos del agregado.

El contenido de humedad es la cantidad de agua que contiene el agregado en sus partículas en un tiempo determinado, se debe hacer un cálculo constante para las correcciones de los agregados en el diseño de mezcla.

Cálculo del contenido de humedad de los agregados:

$$P = \frac{100(W - D)}{D} \quad \text{(Fórmula 3)}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra (%)

W = Masa de la muestra húmeda original (gr)

D = Masa de la muestra seca (gr)

d) Materiales más finos que pasan por el Tamiz N° 200 del agregado fino y grueso (NTP 400.018)

La NTP 400.018 (2018) señala la metodología para determinar cuan aceptables son los agregados finos con relación a los requisitos de la NTP 400.037, en cuanto al material que pasa la malla N° 200.

Se sabe que al tener un porcentaje moderado de finos ayuda a la trabajabilidad de la mezcla, pero el exceso de finos, reduce la resistencia del concreto.

Las Norma NTP 400.037 (2018), recomienda que el porcentaje de finos que pasa la malla N° 200 no deba exceder del 3% en el caso donde el concreto sea sometido a efectos abrasivos, para concretos que sean de otro uso puede llegar hasta un 5%. Para el agregado grueso 1% el máximo permisible, y se permite hasta un máximo de 1.5% cuando se usa agregado triturado.

Cálculo de la cantidad de finos que pasan por la malla N° 200 de los agregados:

$$A = \frac{100(P1 - P2)}{P1} \quad \text{(Fórmula 4)}$$

Donde:

A = Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado de 75um (N° 200)

P1 = Peso seco de la muestra original (gr)

P2 = Peso seco de la muestra ensayada (gr)

e) Peso específico y absorción del agregado grueso y fino (NTP 400.021 y NTP 400.022)

La NTP 400.021 (2018) establece el método para el ensayo normalizado para el cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso, además manifiesta que el peso específico es la relación del peso de la masa de un volumen de agregado a una temperatura estable, a la masa del mismo volumen de agua a temperaturas indicadas.

Si se obtienen valores bajos generalmente corresponde a agregados absorbentes, por lo contrario si el peso específico es alto corresponde a agregados más densos y de mejor calidad. Considerando temperatura del agua de 18°C.

Cálculo del peso específico de masa del agregado grueso:

$$p_{em} = \frac{A}{B - C} * D \quad \text{(Fórmula 5)}$$

Cálculo del peso específico de masa saturada con superficie seca del agregado grueso:

$$Pe_{SSS} = \frac{B}{B - C} * D \quad \text{(Fórmula 6)}$$

Cálculo del peso específico aparente del agregado grueso:

$$Pe_a = \frac{A}{A - C} * D \quad \text{(Fórmula 7)}$$

Cálculo de la absorción del agregado grueso:

$$Ab = \frac{B - A}{A} * 100 \quad \text{(Fórmula 8)}$$

Donde:

P_{em} = Peso específico de masa (gr/cm³)

PeSSS = Peso específico de masa saturada con superficie seca (gr/cm3)

Pea = Peso específico aparente (gr/cm3)

Ab = Absorción (%)

A = Peso de la muestra seca en el aire (gr)

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr)

C = Peso en el agua de la muestra saturada (gr)

D = Densidad del agua (gr/cm3)

La NTP 400.022 (2018), presenta el método de ensayo para el cálculo del peso específico y absorción del agregado fino. Considerando temperatura del agua de 18°C.

Cálculo del peso específico seco en el horno del agregado fino:

$$DS = \frac{A}{B + S - C} * D \quad \textbf{(Fórmula 9)}$$

Cálculo del peso específico saturada superficialmente seca del agregado fino:

$$DeSSS = \frac{S}{B + S - C} * D \quad \textbf{(Fórmula 10)}$$

Cálculo del peso específico aparente del agregado fino:

$$Dea = \frac{A}{B + A - C} * D \quad \textbf{(Fórmula 11)}$$

Cálculo de la absorción del agregado fino:

$$Ab = \frac{S - A}{A} * 100 \quad \textbf{(Fórmula 12)}$$

Donde:

DS = Peso específico seca en el horno (gr/cm3)

DeSSS = Peso específico saturada superficialmente seca (gr/cm³)

Dea = Peso específico aparente (gr/cm³)

Ab = Absorción (%)

A = Peso de la muestra seca en el horno (gr)

B = Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (gr)

C = Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (gr)

S = Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (gr)

D = Densidad del agua (gr/cm³)

f) Peso unitario (NTP 400.017)

La NTP 400.017 (2016), define como la masa del agregado necesario para llenar un recipiente de volumen unitario, la masa unitaria está conformada por las partículas del agregado y los vacíos entre partículas. Los agregados con texturas redondeadas suavizadas, tienen un mayor peso unitario que las partículas con perfiles angulares.

El peso unitario de los agregados varía entre los 1500 y 1700 kg/m³. La Norma NTP 400.017 (2016), presenta dos tipos de pesos unitarios:

- **Peso unitario suelto:** Es el volumen que ocupa las partículas del agregado y lo vacíos.
- **Peso unitario compactado:** La norma establece que el peso del agregado debe tener cierto grado de compactación.

Cálculo del peso unitario en agregados:

$$M = \frac{G}{V} \quad \text{(Fórmula 13)}$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado (kg/m³)

G = Peso del material (kg)

V = Volumen del recipiente (m³)

g) Resistencia a la degradación en el agregado grueso por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles (NTP 400.019)

Según la NTP 400.019 (2014), establece el procedimiento para evaluar el agregado grueso y determinar su resistencia a la degradación mediante la utilización de máquina de Los Ángeles.

Cálculo de la cantidad de desgaste en el agregado grueso:

$$P = \frac{100 * M_f}{M_i} \quad \text{(Fórmula 14)}$$

Donde:

P = Pérdida (%)

M_i = Muestra inicial después de secado (gr)

M_f = Muestra seca que pasa el tamiz N° 12, después del lavado (gr)

2.2.5. Agua

El agua es el elemento que permite la hidratación del cemento y permitir a la mezcla alcanzar un estado manejable. La cantidad de agua que el cemento requiere para su hidratación se encuentra del 25% al 30% de la masa del cemento; el cual no es agua necesaria

para que la mezcla alcance estado manejable, por lo que el agua requerida está en un orden del 40% de la masa del cemento. (Rivera, s/f, p.77)

2.2.5.1. Agua para mezcla (Norma NTP 339.088)

La NTP 339.088 (2019), señala que el agua utilizada para la mezcla deberá ser agua potable, en caso se haga uso de una agua no potable se procederá a realizar ensayos para evaluar su calidad.

Tabla 3

Límites permisibles de la calidad del agua para su uso en mezclas y curado según la Norma NTP 339.088.

ID.	Descripción	Límite permisible (Máximo)
1	Sólidos en suspensión	5000 p.p.m
2	Materia orgánica	3 p.p.m
3	Alcalinidad (NaHC03)	1000 p.p.m
4	Sulfatos (Ión S04)	600 p.p.m
5	Cloruros (Ión Cl")	1000 p.p.m
6	PH	5a8

Nota: Norma Técnica Peruana NTP 339.088 (2018).

2.2.6. Propiedades del Concreto en estado fresco

2.2.6.1. Peso unitario compactado (NTP 339.046)

La NTP 339.046 (2019), señala la metodología del ensayo para calcular la densidad (Peso unitario) del concreto en condición fresco, rendimiento y contenido de aire.

“El peso unitario compactado del concreto viene hacer el peso por unidad de volumen del concreto en condición fresco, el cual difiere según la compactación de la mezcla, del peso

específico de los agregados, del % de los vacíos generados por las partículas de los agregados”.

Cálculo para el peso unitario del concreto:

$$D = \frac{(M_c - M_m)}{V_m} \quad \text{(Fórmula 15)}$$

D= Densidad (peso unitario)

M_c= Masa de la olla de medida con de concreto

M_m=Masa de la olla

V_m=Volumen de la medida

2.2.6.2. Consistencia (NTP 339.035)

La NTP 339.035 (2015) indica los procesos para determinar el asentamiento del concreto en estado plástico; éste incrementa básicamente con el contenido de gua para mezcla, pero a su vez se relaciona inversamente con la resistencia del concreto. En campo se debe tener en cuenta los valores obtenidos para el asentamiento con la resistencia de concreto.

2.2.6.3. Tiempo de fraguado (NTP 339.082)

El concreto es un material con la capacidad de cambiar de estado de una pasta fluida a un estado sólido por acción del tiempo, hasta adquirir sus propiedades definitivas.

Según Rivva (2004), el tiempo de fraguado no es amanerado por el agregado, pero la presencia materia orgánica o sales solubles o en su superficie afectar esta propiedad como retardadores o acelerantes de la fragua.

2.2.6.4. Exudación (NTP 339.077)

La NTP 339.77 (2018) indica la guía para determinar la masa relativa de agua del proceso de mezcla que puede ser expulsada de una muestra de concreto en estado fresco.

2.2.6.5. Contenido de aire (NTP 339.046)

Esta NTP 339.046 (2018) nos proporciona la metodología de ensayo para calcular el peso unitario, rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto en estado fresco.

El ACI 211 proporciona tablas que indican una aproximación del contenido de aire contenido en una mezcla de concreto con relación al tamaño nominal máximo del agregado grueso

2.2.7. Propiedades del concreto es estado endurecido

2.2.7.1. Resistencia a la compresión axial (NTP 339.034)

Esta NTP 339.034 (2015) establece la capacidad en resistencia mediante la compresión de probetas cilíndricas y extracción con diamantina de concretos. “El método consiste en la aplicación de carga a compresión axial a las probetas moldeadas o extracciones diamantinas a una velocidad estipulada y en un rango prescrito mientras ocurre la falla”.

Cálculo de la resistencia a compresión de los adoquines de concreto:

$$R = \frac{C}{A}$$

(Fórmula 16)

Donde:

R = Resistencia a compresión obtenida (kgf/cm²)

C = Carga de rotura máxima indicada por la máquina de ensayo a compresión (kgf)

A = Área de la base (cm²)

2.2.7.2. Absorción de agua del concreto (ASTM C 1585-04)

La ASTM 1585 (2004) indica la metodología para encontrar el ritmo de absorción de agua del concreto mediante el incremento de masa, ocurrido principalmente por la acción capilar por medio del número de poros que presente. Es utilizada para pruebas de calidad del concreto, analizando el desempeño del mismo a largo plazo en medio de agentes agresivos que puedan dañar la estructura.

Cálculo del ritmo de absorción del concreto se determina con la siguiente formula:

$$I = \frac{mt}{a/d} \quad \text{(Fórmula 17)}$$

Donde:

I = La absorción

Mt = El cambio en la masa de las probetas en gramos, al momento t,

a = El área expuesta de la probeta, en mm², y

d = La densidad del agua en g/mm³

2.2.8. Materiales Cerámicos

Güemes y Martín (2012) mencionan que los cerámicos en su constitución van a actuar elementos químicos como carbono y silicio, principalmente. Los silicatos (mezcla de sílice

con otros óxidos metálicos), son encontrados en abundancia en la naturaleza, y a partir de ellos se obtienen los productos de loza y tierra cocida, como tejas y ladrillos. (p.22)

La estimación de los materiales cerámicos en el rubro de la ingeniería radica de su holgura en el ambiente, además de que sus propiedades físicas y mecánicas difieren de las propiedades de los metales. “Un material cerámico es un compuesto inorgánico que consiste en un metal (o semimetal) y uno o más no metales”. (Groover, 2007, p.127)

2.2.8.1. Clasificación de materiales cerámicos

a) Cerámicos tradicionales

La utilización de estas materias primas se realiza tal cual son extraídos sin control de pureza, están incluidos:

- Productos de tierra cocida. Encontramos las tejas y los ladrillos, constituidos por sílice SiO_2 .
- Vidrios. Constituidos de óxido generador del vidrio (SiO_2 o B_2O_3), óxidos fundentes (K_2O o Na_2O) y de óxidos modificadores (PbO , Fe_2O_3 , PbO , Cr_2O_3).
- Cementos. Materias primas como calizas y arcillas, ya que la composición del cemento incluye los óxidos SiO_2 , CaO y Al_2O_3 . (Güemes & Martín, 2012, p.432)

b) Cerámicos ingenieriles o técnicos

Constituida de compuestos puros procedentes del ambiente natural, están: alúmina carburo de silicio y nitruro de silicio. (Güemes & Martín, 2012, p.432)

2.2.8.2. Materias primas de los cerámicos tradicionales (tejas artesanales)

Las arcillas son materiales inorgánicos, no metálicos que al contacto con el agua se convierte en material plástico, al secar adquieren resistencia y al estar sometidos a cocción adquieren durabilidad y dureza. Están constituidas por:

- Caolinita $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- Montmorillonita $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (\text{Mg}, \text{Ca}) \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- Illita $\text{K}_2\text{O} - \text{Mg O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$. Este es el argumento de Valdez (1994, citado en Fernández, 2019)

Las materias primas más importantes de los cerámicos comunes son: Sílice SiO_2 que existe en la naturaleza en formas diferentes como el cuarzo que es un material duro y estable; la Alúmina y el Feldespato. (Groover, 2007)

2.2.9. Las tejas artesanales en la construcción

Las tejas son piezas obtenidas mediante el proceso de prensado, secado y cocción de un material arcilloso, para la función de cubiertas de techos, son aislantes térmicos, acústicos e impermeabilizantes. (Tejas Hispalyt, s.f)

2.2.9.1. Funciones de las tejas artesanales

- Impermeabilidad al agua, proporcionada por las mismas tejas.
- Retraimiento térmico.
- Capacidad de resistir a las heladas.
- Capacidad de resistir al fuego.
- Estanqueidad al aire y vapor.

- Retraimiento acústico.
- Respeto al medioambiente. (Tejas Hispalyt, s.f)

2.2.10. El vidrio

Es un tipo de material cerámico, que adquiere una condición no cristalizada, el cual se encuentra en estado vítreo como material sólido. (Groover, 2007)

2.2.10.1.Fabricación:

Los compuestos de la gran mayoría de vidrios contiene óxidos y principalmente sílice, el cual es el componente esencial que está en el entre el 50% y el 75%, ya que el SiO_2 es el mejor conformador de vidrio.

“Se transforma en estado vítreo cuando se enfría desde el líquido, por lo contrario la mayoría de los materiales cerámicos al solidificarse se cristalizan”. (Groover, 2007, p.137)

Tabla 4

Porcentajes de los componentes de vidrio.

Componente	Desde (%)	Hasta (%)
SiO_2	68.0	74.5
Al_2O_3	0.0	4.0
Fe_2O_3	0.0	0.45
CaO	9.0	14.0
MgO	0.0	4.0
Na_2O	10.0	16.0
K_2O	0.0	4.00
SO_2	0.0	0.3

Nota: (López, 2017,p.15)

2.2.10.2. Propiedades:

Los vidrios tienen propiedades muy diversas como: ópticas, mecánicas y térmicas; según el tratamientos térmico y composición. El vidrio se caracteriza resistente, frágil, anticorrosivo, resistente a compresión y a acciones de desgaste. Dichas propiedades se indican en la Tabla 5 (Hidalgo y Poveda, 2013, p. 4).

Tabla 5

Propiedades de los vidrios.

Propiedad	Valor	Unidad
Punto de ablandamiento	730	°C
Densidad a 25 °C	2.49	gr/cm ³
Dureza	6.5	Mohs
Módulo de elasticidad a 25 °C	719	Kbar
Módulo de poisson a 25 °C	0.22	
Módulo de Young	720000	kg/cm ²
Resistencia a la tracción a 25 °C (Apróx.)	900	Bar
Resistencia a la compresión (Para cubo 1cm lado)	10000	Bar
Coeficiente de dilatación lineal a 25 °C	8.72x10 ⁻⁶	°C ⁻¹
Calor específico a 25 °C	0.20	cal/gr/°C
	0.002	Cal/cm.s.°C
Conductividad térmica a 25 °C	1.05	W/mK
Atacabilidad química DIM 12111	13.52	mL de HCl 0.01N
Tensión superficial a 1200 °C	319	dinas/cm
Índice de refracción (a 589.3 nm)	1.52	----

Nota: Hidalgo y Poveda (2013, p. 3).

2.2.10.3. Tipos de vidrios

a) Vidrios sódicos (silicatos de sodio y calcio)

Está formado esencialmente de sílice que es parte de su materia elemental, sodio que aporta facilidad de unión y calcio que suministra de equilibrio químico, es usado para la elaboración de vidrios planos, botellas, frascos y demás objetos de similar características. Son resistentes a la acción disolvente del H₂O y los ácidos. (Walhoff, 2017,p.25)

- Vidrio Flotado:

Según (Norma Técnica, E.040), es el vidrio tradicional y normal, el cual es utilizado en el sector construcción, denominándose como vidrios planos.

Tabla 6

Componentes químicos de los vidrios sódicos.

Composición	
Sílice	70%-75%
Sodio	12%-18%
Potasio	0%-1%
Calcio	5%-14%
Aluminio	0.5%-3%
Magnesio	0%-4%

Nota: (Walhoff , 2017,p.26)

b) Vidrios potásicos (silicato de potasio y calcio)

Está formado por sílice, potasio y calcio, son elementos más duros que los anteriores y resisten de manera idónea las variaciones de temperatura, además de ser resistentes a ácidos (Walhoff, 2017).

c) Vidrios plúmbicos (silicato de potasio y plomo)

Walhoff (2017), menciona que en su estructura contiene sílice, potasio y plomo, poseen peso específico mayor a los anteriores. Del tipo de vidrio anterior se ha sustituido el calcio por el plomo. (p.26)

2.2.11. El vidrio como residuo de construcción

El vidrio es uno de los materiales provenientes de los residuos de construcciones, comúnmente se les llama vidrios planos, los vidrios más reciclados son:

Los vidrios flotados que se usan constantemente en ventanas, los templados que en la actualidad se usados frecuentemente llamados moduglass y los vidrios laminados usados para viviendas que requieran máxima seguridad (López, 2017,p.19).

2.2.12. Reutilización del vidrio

El vidrio es un elemento que se puede reciclar y reutilizar al 100%, sus materias primas para su elaboración como piedra caliza, arena, feldespatos y demás materias, se transforman en materiales que se vuelvan a usar.

El vidrio triturado en el concreto como remplazo parcial del agregado fino aligera el peso del concreto sin afectar su resistencia, mientras que en combinación con material asfáltico se obtiene vías de alta duración (López, 2017).

2.2.13. Método de diseño del comité 211 ACI

Este método ACI (2002), muestra la metodología para el desarrollo y elaboración del diseño de mezcla, mediante una cadena de pasos ordenados para encontrar las proporciones necesarias de materiales con relación a 1 m³ de concreto.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Teja artesanal

La teja artesanal es elemento cerámica de barro cocido de forma acanalada, elaborada mediante el proceso de amasado, prensado y moldeado para luego ser cocidas en hornos, dicho proceso es semejante a la fabricación de ladrillos. Su función es de cubrir los techos, armaduras o cubiertas de viviendas (Fernández, 2019, p.62).

2.3.2. Vidrio

El vidrio es un resultado inorgánico de unión, el cual se ha enfriado hasta un estado compacto sin cristalización. Los vidrios tienen propiedades que no se encuentran en otros materiales de ingeniería, poseen excelente resistencia a la corrosión en ambientes normales, además de ser indispensables en múltiples aplicaciones de la ingeniería (Smith & Hashemi, 2006, p.620).

2.3.3. Absorción

Según la NTP 400.022 (2018) menciona que la absorción es el incremento de masa debido a que el agua penetra los poros del agregado en un tiempo determinado, por lo que se verificara constantemente para las correcciones adecuadas en las proporciones para la mezcla.

2.3.4. Diseño de mezcla

El diseño de mezclas es el proceso de selección y cálculo de las proporciones de cemento, agregados y agua con la finalidad de obtener la resistencia requerida, para lo cual se sigue una serie de pasos según el método de diseño (López , 2017).

2.3.5. Porcentaje de absorción

La NTP 400.022 (2018), menciona que la absorción es una propiedad que cuentan los agregados de adjuntar H₂O a su conformación interna, produciéndose un incremento de peso. Ésta propiedad se representa por el % de H₂O que necesita para alcanzar el estado de agregado saturado superficialmente seco.

2.3.6. Abrasión

Es un indicador para verificar la calidad del agregado grueso de diferentes fuentes de extracción, permitiendo comparar entre varias fuentes de diferente origen, estructura y composición; se realiza mediante el uso de la máquina de “Los Ángeles”. NTP 400.019(2014)

2.3.7. Curado

Es la sucesión donde el concreto madura y alcanza su resistencia promedio con el periodo, como consecuencia de la hidratación asidua del cemento en disposición de la cantidad necesaria de calor y agua (Sika, 2015).

2.3.8. Curva Granulométrica

La NTP 400.012(2018), señala que es la representación gráfica donde se visualiza la ordenación de tamaños de todas las partículas de los agregados.

CAPÍTULO III.- PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La influencia de los residuos de teja artesanal y vidrio en el concreto, mejora considerablemente las propiedades físico-mecánicas del concreto en el distrito de Chota.

3.1.2. Hipótesis específicas

- A.** Los residuos de teja artesanal y vidrio aumentan significativamente la resistencia a la compresión de probetas, al ser elementos más consistentes.
- B.** Los residuos de teja artesanal y vidrio disminuye el ritmo de absorción del concreto, mejorando su calidad a largo plazo.
- C.** Los residuos de teja artesanal y vidrio poseen propiedades físico-mecánicas adecuadas para ser utilizadas como reemplazo parcial fino en el concreto.

3.2. Variables

3.2.1. Variable independiente:

- Residuos de teja artesanal
- Residuos de vidrios

3.2.2. Variable dependiente:

- Concreto.

3.3. Operacionalización de Variables

Tabla 7

Cuadro de Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumento	Índice
VI. Agregados	Propiedades fisico-mecánicas	Granulometría	Curva granulométrica	Porcentaje (%)
		Contenido de humedad	Balanza y fichas técnicas	Porcentaje (%)
		Peso específico y absorción	Balanza y fichas técnicas	gr/cm ³ y (%)
		Peso unitario	Balanza y fichas técnicas	kg/m ³
		Abrasión	Máquina de los ángeles	Porcentaje (%)
		Material que pasa la malla # 200	Balanza y fichas técnicas	Porcentaje (%)
VI. Residuos de teja artesanal	Propiedades fisico-mecánicas	Granulometría	Curva granulométrica	Porcentaje (%)
		Contenido de humedad	Balanza y fichas técnicas	Porcentaje (%)
		Peso específico y absorción	Balanza y fichas técnicas	gr/cm ³ y (%)
		Peso unitario	Balanza y fichas técnicas	kg/m ³
		Material que pasa la malla # 200	Balanza y fichas técnicas	Porcentaje (%)
VI. Residuos de vidrio	Propiedades fisico-mecánicas	Granulometría	Curva granulométrica	Porcentaje (%)
		Contenido de humedad	Balanza y fichas técnicas	Porcentaje (%)
		Peso específico y absorción	Balanza y fichas técnicas	gr/cm ³ y (%)
		Peso unitario	Balanza y fichas técnicas	gr/cm ³
		Material que pasa la malla # 200	Balanza y fichas técnicas	Porcentaje (%)

Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumento	Índice
VD. Concreto	Diseño de mezcla convencional	Agregado fino	Tamices y fichas técnicas	Porcentaje (%)
		Agregado grueso	Tamices y fichas técnicas	Porcentaje (%)
		Agua	Certificado de calidad	m ³
		Cemento Portland	Certificado de calidad	Bolsa/kg
	Diseño de mezcla con residuos de teja artesanal y vidrio	Agregado fino	Tamices y fichas técnicas	Porcentaje (%)
		Agregado grueso	Tamices y fichas técnicas	Porcentaje (%)
		Teja artesanal	Tamices y fichas técnicas	Porcentaje (%)
		Vidrio	Tamices y fichas técnicas	Porcentaje (%)
		Agua	Certificado de calidad	m ³
		Cemento Portland	Certificado de calidad	Bolsa/kg
	Ensayos	Ensayo a compresión	Prensa hidráulica	Kg/Cm ²
		Ensayo de absorción	Balanza y fichas técnicas	Porcentaje (%)
	Costos	Materiales	Hoja de cálculo	Soles (s/.)
		Costos de equipos y/o herramientas	Hoja de cálculo	Soles (s/.)
		Costos de personal	Hoja de cálculo	Soles (s/.)

CAPÍTULO IV.- MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica del estudio

El estudio se desarrolló en el laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, provincia de Chota, el agregado fino (arena gruesa) proveniente de la cantera del distrito de Conchán ubicado en las coordenadas (UTM: 17 S; Este=760423.00 y Norte=9287842.00); el agregado grueso (piedra chancada 3/4) proveniente del centro poblado Chuyabamba, en las coordenadas (UTM: 17 S; Este= 753228.00 y Norte= 9279437.00); la teja artesanal y vidrio fueron recolectados de los botaderos de residuos de construcción y remodelación de edificaciones, además de vidrierías en la ciudad de Chota.

4.2. Unidad de análisis, población y muestra

La población del estudio es la cantidad general de probetas de concreto, elaboradas con agregados de las canteras Conchán, cantera Chuyabamba y residuos de teja artesanal y vidrio provenientes de botaderos de residuos de construcción, demolición y remodelaciones de edificaciones, vidrierías del distrito de Chota; teniendo como referencia tablas de parámetros ya establecidas, de las que se tomó como base para la elaboración de los diferentes ensayos. Se cuenta con una muestra de 54 especímenes de concreto ensayados a compresión, detallados en la Tabla 8; 12 especímenes para ensayos de absorción, detallados en la Tabla 9. La unidad para el análisis, conforma el espécimen de concreto de 15cmx30cm y el espécimen de 10cmx20cm de acuerdo a la normativa vigente.

Tabla 8*Detalle de probetas ensayadas a compresión*

Descripción	Porcentaje de reemplazo	7 días	14 días	28 días
0% teja artesanal y 0% vidrio	0%	3	3	3
2.5% teja artesanal y 2.5% vidrio	5%	3	3	3
5% teja artesanal y 5% vidrio	10%	3	3	3
7.5% teja artesanal y 7.5% vidrio	15%	3	3	3
10% teja artesanal y 10% vidrio	20%	3	3	3
15%teja artesanal y 15% vidrio	30%	3	3	3
Sub Total	-	18	18	18

Tabla 9*Detalle de probetas para ensayos de absorción*

Descripción	Porcentaje de reemplazo	7 días	14 días	28 días
0% teja artesanal y 0% vidrio	0%	3	3	3
2.5% teja artesanal y 2.5% vidrio	5%	3	3	3
5% teja artesanal y 5% vidrio	10%	3	3	3
7.5% teja artesanal y 7.5% vidrio	15%	3	3	3
10% teja artesanal y 10% vidrio	20%	3	3	3
15%teja artesanal y 15% vidrio	30%	3	3	3
Sub Total	-	18	18	18

4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación

4.3.1. Tipo de investigación

La presente investigación se ha determinado que es de tipo experimental.

De acuerdo al fin que persigue es: Aplicativa, ya que la presente investigación está orientado al logro un conocimiento nuevo destinado a la reutilización de residuos de teja artesanal y vidrio.

4.3.2. Diseño de investigación

En concordancia a la naturaleza de las variables es una investigación con diseño experimental, ya que se basa en la determinación experimental del diseño de mezcla de concreto optimo a base de residuos de teja artesanal y vidrio.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la recolección de los contenidos se emplearon tanto métodos cuantitativo como cualitativo.

El método cuantitativo se empleó en la medición de variables de estudio, las propiedades y dosificaciones del concreto elaborado; para lo cual se usaron instrumentos y equipos del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la “Universidad Nacional Autónoma de Chota” tales como: Tamices, balanzas, fiola, estufa, cono de Abrams, olla Washington y Maquina para ensayos a compresión axial; mediante la guía de ensayos de la NTP.

El método cualitativo se empleó para la descripción de las propiedades y dosificaciones del concreto elaborado.

4.4.1. Ensayos de los agregados

a) Análisis granulométrico de agregado fino y grueso NTP 400.012

Es de importancia conocer el análisis de granulometría de los agregados, ya que dependerá para el análisis de algunas propiedades del concreto.

Figura 1

Análisis de granulometría de los agregados mediante el tamizado.



Nota: Tamizado del agregado en los tamices normalizados (10/10/2019).

Instrumentos

- Tamices (según el agregado a analizar)
- Agitador de tamices
- Balanza
- Brocha
- Cucharón
- Agregados

Procedimiento:**Para el agregado fino:**

- Se contó con una muestra árida de como mínimo 1000 g.
- Para agregado fino se separó por los números de tamices siguientes: #4, #8, #16, #30, #50, #100 y fondo.
- Se procedió a colocar la muestra árida en el tamiz #4 de la serie, seguidamente se procedió a encender el agitador de tamices por un determinado tiempo.
- Se procedió a realizar los pesajes correspondientes de los pesos retenidos en cada tamiz, previa tarada de la balanza.
- Se realizó el trabajo de gabinete, cálculos para la obtención del porcentaje retenido acumulado y el porcentaje de material que pasa.
- Finalmente se graficó la curva granulométrica con los datos obtenidos en el ensayo.

Para el agregado grueso:

- Se contó con una muestra de agregado de como mínimo 5000 g.
- Para agregado grueso se separaron por los siguientes tamices: 2'', 1 ½'', 1, ¾'', ½'', 3/8'', N°4 y cazoleta.
- Se procedió a colocar la muestra secada en el tamiz de la parte superior, seguidamente se procederá a encender el agitador de tamices por un determinado tiempo.
- Se procedió a realizar los pesajes correspondientes de los pesos retenidos en cada tamiz, previa tarada de la balanza.
- Se realizó el trabajo de gabinete, cálculos para la obtención del porcentaje retenido acumulado y el % de material que pasa.
- Finalmente se graficó la "curva granulométrica" con los datos obtenidos en el ensayo.

b) Contenido de humedad NTP 339.185

Instrumentos:

- Balanza
- Estufa
- Recipiente.

Procedimiento:

Para el agregado fino:

- Se utilizó una muestra mínima de 1000 g.
- Se pesó la muestra inicial y el depósito donde fue colocada.
- La muestra se colocó en el horno a temperatura de 110°C por un periodo de 24 horas.
- Pasadas las 24 horas se realizó el pesado respectivo de la muestra seca.

Para el agregado grueso:

- Se contó con una cantidad de muestra de 5000 gramos.
- Se pesó la muestra inicial y el depósito donde se colocó la muestra.
- La muestra se colocó al horno a temperatura de 110°C por un periodo de 24 horas.
- Luego del periodo de 24 horas se realizó el pesado respectivo de la muestra seca.

**c) Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 en el agregado fino y grueso
NTP 400.018**

Instrumentos:

- Tamices
- Recipientes
- Balanza

- Estufa

Procedimiento:

Para el agregado fino:

- Se secó el agregado fino a un peso constante para luego seleccionar la muestra a ser ensayada.
- Luego de determinar la masa de la muestra a ensayar, se colocó en el recipiente y se incorporó agua hasta cubrir el material agitando la muestra ligeramente con el propósito de separar las partículas más pequeñas que la abertura del tamiz # 200.
- Se procedió con el vertimiento de agua de lavado con las partículas dentro del tamiz.
- Se realizó el mismo procedimiento hasta que el agua se torne clara.
- Finalmente se retornó el material que se retuvo al recipiente mediante un chorro de agua, secar la muestra a temperatura constante en la estufa a temperatura promedio de 110°C, luego pesar.

Para el agregado grueso:

- Se secó el agregado grueso a un peso constante para luego seleccionar la muestra y proceder a ensayar.
- Luego de determinar la masa de la muestra a ensayar, se colocó en el recipiente y se vertió agua hasta cubrir el material agitando la muestra ligeramente con la intención de separar las partículas más pequeñas que la abertura del tamiz # 200.
- Se procedió a clocar el agua de lavado con los sólidos suspendidos en el tamiz.
- Se realizó el mismo procedimiento hasta que el H₂O se torne cristalina.

- Finalmente se retornó el material total que se retuvo en el tamiz al recipiente mediante una ligera cantidad agua en forma de chorro, se secó la muestra a temperatura constante en la estufa de 110°C, luego pesar.

d) Peso específico de masa del agregado fino y grueso NTP 400.021, NTP 400.022

Figura 2

Peso específico de masa de los agregados



Nota: Eliminación de vacíos para ensayo de peso específico (22/10/2019).

Instrumentos:

- Fiola de 500 cm³
- Balanza digital
- Embudo
- Bandeja
- Recipiente de aluminio
- Cono de absorción y pílón
- Estufa

- Canastilla metálica
- Franela

Procedimiento:

Para el agregado fino:

- Se pesó al menos 2000g de agregado fino para el ensayo.
- Se saturó el agregado en agua por 24 horas.
- Pasadas las 24 horas se extendió el material y se expuso a temperatura ambiente (se recomienda bajo sombra y corriente de aire)
- Se verificó si la muestra se encuentra en estado saturado con superficie seca mediante el cono de absorción, mediante tres partes con 25 golpes con el pilón por capa, siendo el medio que indica que la muestra se encuentra en estado saturado con superficie seca si al retirar cono de absorción se queda las $\frac{3}{4}$ partes.
- Habiendo cumplido con el estado requerido se pesó 500 g del agregado.
- Se procedió a pesar la fiola de 500 cm³ y fiola + agua.
- Se procedió a colocar la muestra de agregado a la fiola y llenamos la fiola aproximadamente 400 cm³, se procedió a agitar con el fin de que el aire atrapado en el interior sea expulsado por completo, luego se dejó reposar 24 horas.
- Posteriormente pasada las 24 horas se llenó la fiola hasta los 500 cm³ con agua y procedimos a pesar.

- Luego, se extrajo el material de la fiola en un depósito, se dejó reposar la muestra para que las partículas se agrupen y poder extraer el agua.
- Finalmente se colocó la muestra en el horno a temperatura promedio de 110°C durante 24 horas, transcurrido el tiempo se pesó la muestra seca.

Para el agregado grueso:

- Se lavó el agregado grueso para eliminar impurezas y polvo, luego fue sumergido en agua por un periodo de 24 horas.
- Se retiró el agua, mediante un paño absorbente eliminamos el agua visible adherida al agregado.
- Se procedió a pesar la muestra en estado de saturación con superficie seca.
- Colocamos la muestra saturada en la seta metálica y se determinó el peso de la muestra sumergido en agua, secamos una temperatura de 110°C, se esperó a que enfriara y se pesó.

e) Grado de absorción del agregado grueso y fino NTP 400.021, NTP 400.022

Instrumentos:

- Balanza digital
- Estufa

Procedimiento:

Para el agregado fino:

- Los datos fueron extraídos de los datos obtenidos del ensayo de peso específico.

Para el agregado grueso:

- Los datos fueron extraídos de los datos obtenidos del ensayo de peso específico.

f) Peso unitario suelto del agregado fino y grueso NTP 400.017

Instrumento:

- Balanza digital
- Brocha
- Molde de compactación.
- Cucharon metálico
- Recipiente

Para el agregado fino:

- Se procedió a pesar el molde de compactación.
- Se colocó la muestra de agregado fino (arena) a una altura aproximada de 5 cm, hasta llenar el recipiente.
- Se verificó que el llenado alcance la parte superior, luego se enrasó la superficie con la varilla metálica lisa.
- Finalmente haciendo uso de la brocha se procedió a limpiar las partículas que no estén dentro del molde y seguidamente se pesó la muestra de agregado + molde.

Para el agregado grueso:

- Se procedió a pesar el molde vacío.

- Se colocó la muestra de agregado grueso a una altura aproximada de 5 cm, hasta llenar el recipiente.
- Se verificó que el llenado alcance la parte superior del recipiente y se enrasó la superficie con la varilla lisa metálica.
- Finalmente haciendo uso de la brocha se procedió a limpiar las partículas que no estén en el interior del molde y seguidamente se pesa la muestra de agregado + molde.

g) Peso unitario varillado del agregado fino y grueso NTP 400.017

Instrumentos:

- Balanza digital
- Brocha
- Molde de compactación
- Varilla lisa de 5/8" metálica
- Agregado
- Cucharón
- Recipiente

Para el agregado fino:

- Se procedió a pesar el molde vacío para compactación.
- Se colocó la muestra de agregado fino a una altura aproximada de 5 cm, mediante tres capas compactadas aplicando 25 golpes con la varilla lisa de 5/8" lisa metálica.

- Se verificó que el llenado llegue a la parte superior y se enrasó la superficie con la varilla lisa metálica.
- Finalmente haciendo uso de la brocha se procedió a limpiar las partículas que no estén al interior del molde y seguidamente se pesó la muestra de agregado + molde.

Para el agregado grueso:

- Se colocó la muestra de agregado grueso a una altura promedio de 5 cm, mediante tres capas compactadas con 25 golpes con ayuda de la varilla lisa de 5/8" lisa.
- Se verificó que el llenado alcance el borde del recipiente y se enrasó la superficie con la varilla lisa.
- Finalmente haciendo uso de la brocha se procedió a limpiar las partículas que no estuvieron en el interior del molde, seguidamente se pesó la muestra de agregado + molde.

h) Resistencia a la degradación en el agregado grueso por abrasión NTP. 400.019

Nos permite conocer la oposición que presenta el agregado grueso sometido a desgaste por abrasión y fuerzas de impacto.

Instrumentos:

- Máquina de los Ángeles
- Tamices
- Balanza
- Estufa
- Recipiente

- Cucharon

Procedimiento:

- Se eliminó impurezas de la muestra a ensayar mediante lavado, se secó en la estufa hasta alcanzar un peso constante.
- Se procedió a colocar la muestra a la máquina de los ángeles y se configuró el giro velocidad de 30 r.p.m. durante 500 revoluciones.
- Posteriormente cumplidas la cantidad de revoluciones, se descargó la muestra y se realizó una separación mediante un tamiz con abertura # 12.
- Se lavó el material retenido en el tamiz # 12 y se coloca al horno a temperatura de 110°C hasta un peso constante, finalmente se pesa la muestra seca.

4.4.2. Ensayos del concreto en estado fresco

a) Asentamiento del concreto NTP 339.035

Figura 3

Ensayo del slump



Nota: Enrazado utilizando la varilla lisa (06/01/2020).

Instrumentos:

- Cono de Abrams: Diámetro superior: 100 mm, diámetro inferior 200mm, altura 300mm.
- Varilla lisa metálica de 5/8'' con L= 60 cm.
- Regla metálica
- Wincha
- Cucharón
- Bandeja metálica

Procedimiento:

- Antes de iniciar el ensayo se procedió a humedecer el cono, cucharón, la varilla, y regla.
- Luego, se llenó mediante tres etapas cada tercera parte de altura total del cono y se compacta con la varilla lisa de 5/8" ejerciendo 25 golpes por capa.
- Llenada la última capa, se enrasó la parte superior con ayuda de la regla de metal.
- Se retiró el molde de forma vertical y se procedió con la medición del asentamiento del concreto.

b) Contenido de aire del concreto NTP 339.081

Con el siguiente ensayo nos ayuda a determinar la cantidad de aire que contiene el concreto en estado fresco, incluyendo el aire que contengan los agregados utilizados en la mezcla.

Instrumentos:

- Medidor de contenido de aire - Olla Washington
- Varilla de 5/8" con extremo redondeado o semiesférico
- Regla metálica
- Mazo con cabeza de goma

Figura 4

Medidor del contenido de aire del concreto.



Nota: Instrumento usado - Olla Washington (06/01/2020).

Procedimiento:

- Antes de iniciar el ensayo se humedeció el interior del tazón y se ubicó en superficie estrictamente plana.
- Se procedió a llenar el recipiente en tres etapas de igual volumen, compactando cada capa mediante 25 penetraciones de la punta semiesférica de la varilla lisa de 5/8; se compactó la capa inferior en todo su diámetro y espesor, evitando el impacto al fondo del recipiente; se compactó la demás capas penetrando 1 pulgada (25 mm) de la capa anterior.
- Se golpeó el área lateral del tazón de 10 a 15 veces con el mazo, después de compactar cada capa, para evitar la existencia de burbujas de aire en el interior de la mezcla.
- Se procedió a enrasar el concreto utilizando la regla metálica en la parte superior del molde, seguidamente se limpió el exceso de muestra del recipiente.

- Se humedeció el interior de la cubierta previo acoplamiento con las mordazas en la base.
- Se procedió a cerrar la válvula de aire y abrir ambas válvulas de purga de la cubierta.
- Haciendo uso de una bombilla se inyectó agua por una de las válvulas de purga hasta que el agua rebalse por la otra llave; continuar mientras se golpea el indicador de medida para asegurar que el aire sea expulsado.
- Se cerró la válvula de fuga de aire, seguidamente bombear aire al interior de la cámara hasta que el medidor marque en la línea de presión inicial.
- Se procedió a esperar durante unos segundos hasta que se estabilice la lectura de presión y el aire comprimido llegue a un estado normal.
- Se verificó que el manómetro marque en la línea de presión inicial, caso contrario ajustar mediante bombeo o deje expulsar el aire si es necesario mediante suaves golpes con la mano.
- Se procede a cerrar las dos válvulas de purga.
- Seguidamente se abre la válvula principal ubicada entre el tazón y la cámara de aire.
- Finalmente se tomó lectura el porcentaje de aire, dando suaves toques con la mano el manómetro para que la lectura se estabilice.

4.4.3. Ensayos del concreto en estado endurecido.

a) Resistencia a la compresión NTP 339.034

Figura 5

Máquina de ensayo a la compresión



Nota: Rotura de probeta previa configuración del equipo (13/01/2020).

Equipos e Instrumentos:

- Máquina de compresión
- Wincha
- Vernier
- Balanza

Procedimiento:

- Los especímenes fueron ensayados dentro de la tolerancia de tiempo indicada en la norma de acuerdo a cada edad de ensayo.

Tabla 10

Tolerancia de tiempo de ensayo a la compresión

Edad	Tolerancia de tiempo de ensayo
24 horas	+/- 0.5 horas
3 días	+/- 2 horas
7 días	+/- 6 horas
28 días	+/- 20 horas
90 días	+/- 48 horas

Nota: Norma NTP 339.034 (2015).

- Se procedió a pesar y medir cada probeta.
- Se alineó la probeta al eje del bloque de compresión superior.
- Se realizó la configuración del equipo y verificar que el indicador de carga marque en cero.
- Se aplicó la carga de manera continua y verificar que la carga vaya aumentando progresivamente.
- Al alcanza la capacidad máxima de cada probeta, se tomó nota de la resistencia y se verificó el tipo de falla.

b) Método de ensayo para medir el ritmo de absorción de agua del concreto (ASTM C 1585- 04)

Es utilizado para medir el ritmo de absorción del concreto, midiendo el incremento de masa de una probeta para cada tiempo determinado.

Instrumentos:

- Balanza
- Dispositivo de soporte
- Recipiente
- Cronómetro
- Amoladora
- Bolsas de polietileno para almacenaje
- Calibrador o pie de rey
- Franela para secado superficial
- Material de sellado

Procedimiento:

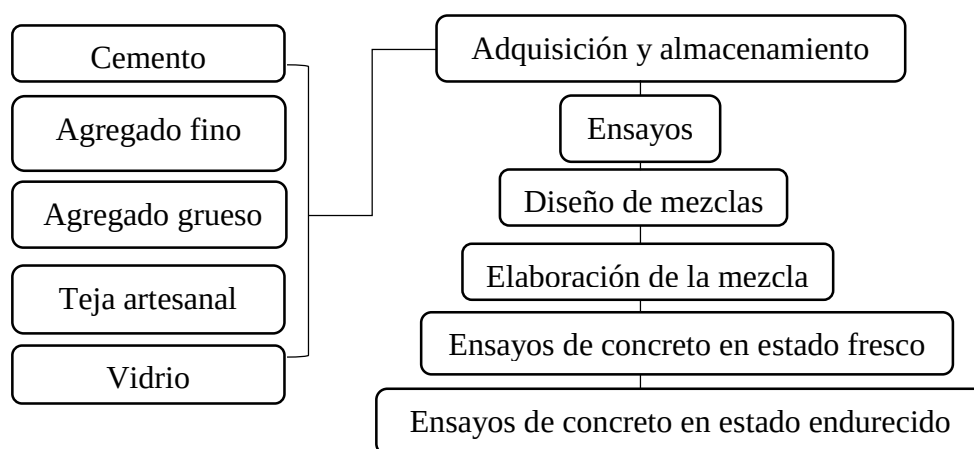
- Se registró la masa de la probeta acondicionada, antes de cubrir las superficies laterales.
- Se midió 4 diámetros como mínimo de la probeta del área a la que estará expuesta al agua, luego sacar el diámetro promedio.
- Se recubrió los laterales y extremo que no estará expuesto al agua con material de sellado apropiado.
- Se determinó la masa de la probeta sellada y se registra como masa inicial para los posteriores cálculos de la absorción de agua.
- Se colocó el soporte de la probeta en el fondo del recipiente y se procede a llenar el recipiente con agua, el nivel de agua debe de estar entre 1 a 3 mm por encima de la parte superior del soporte durante todo el ensayo.

- Se colocó la superficie de ensayo de la probeta sobre el soporte, se registra el tiempo y fecha del primer contacto en el agua.
- Se registró las masas de cada una de las probetas de acuerdo a los intervalos de tiempo.
- Para cada determinación de la masa, se procedió a secar cualquier superficie mojada con un paño o toalla de papel húmeda.

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

Figura 6

Procesos efectuados en el análisis de la información



4.5.1. Procedencia de los materiales empleados

El cemento utilizado fue Cementos Pacasmayo, del cual se usó el cemento Portland tipo I.

El agregado fino (arena) se extrajo de la cantera de Conchán ubicada en la carretera Chota – Tacabamba con coordenadas (UTM: 17 S; Este=760423.00 y Norte=9287842.00).

El agregado grueso (piedra chancada) se extrajo de la cantera Chuyabamba, ubicada en las coordenadas (UTM: 17 S; Este=753228.00 y Norte=9279437.00).

La teja artesanal fue recolectada de botaderos de elementos de construcción, demolición y remodelaciones de viviendas en el distrito de Chota, posteriormente dichos residuos fueron almacenados para su chancado y utilización en la investigación.

El vidrio fue recolectado de botaderos de elementos de construcción y remodelación de viviendas, además de las diferentes vidrierías en la ciudad de Chota, posteriormente fueron almacenados para su chancado y utilización en la investigación.

4.5.2. Propiedades físico – mecánicas de los elementos del concreto

a) Cemento Portland Tipo I

La certificación de calidad de Cementos Pacasmayo con la que ofrece sus productos nos brinda los siguientes datos:

Tabla 11

Composición química del cemento

Composición Química		CPSAA	Requisito. NTP 334.009/ASTM C150
MgO	%	1.9	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.6	Máximo 1.5

Nota: Cementos Pacasmayo (2019).

Tabla 12*Propiedades físicas del cemento*

Propiedades Físicas		CPSAA	Requisito. NTP 334.009/ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12.00
Expansión en Autoclave	%	0.05	Máximo 0.80
Superficie específica	cm ² /g	3952	Mínimo 2600
Densidad	g/mL	3.08	No especifica

Nota: Cementos Pacasmayo (2019).

b) Ensayos realizados al agregado fino (arena)

a) Análisis granulométrico. Según la NTP 400.012.

Tabla 13

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado fino – muestra 1.

N° Tamiz	Abertura del Tamiz	asa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
# 4	4.75 mm	36.30 gr	3.63%	3.63%	96.37%
# 8	2.36 mm	50.80 gr	5.08%	8.71%	91.29%
# 16	1.18 mm	48.40 gr	4.84%	13.55%	86.45%
# 30	600.00um	86.70 gr	8.67%	22.22%	77.78%
# 50	300.00um	422.90 gr	42.29%	64.51%	35.49%
# 100	150.00um	286.40 gr	28.64%	93.15%	6.85%
Fondo	-----	68.50 gr	6.85%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	100.00 %	-----	-----

La granulometría no cumple con la norma, ya que, en la malla #16, #30 y #50 el porcentaje acumulado que pasa está sobre los límites permisibles estipulados en la normativa.

El tamaño máximo nominal (TMN) del agregado fino es de 4.75 mm y con un Módulo de Fineza (MF) de 2.058, el cual no cumple con los estándares recomendados de 2.40 a 3.0.

Tabla 14

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado fino – muestra 2.

Nº Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
# 4	4.75 mm	29.10 gr	2.91%	2.91%	97.09%
# 8	2.36 mm	44.40 gr	4.44%	7.35%	92.65%
# 16	1.18 mm	45.80 gr	4.58%	11.93%	88.07%
# 30	600.00um	89.50 gr	8.95%	20.88%	79.12%
# 50	300.00um	495.70 gr	49.57%	70.45%	29.55%
# 100	150.00um	238.80 gr	23.88%	94.33%	5.67%
Fondo	-----	56.70 gr	5.67%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso					
después del		1000.00 gr	100.00 %	-----	-----
tamizado)					

La granulometría no cumple con la norma, ya que, en la malla #16 y #30 el porcentaje acumulado que pasa está sobre los límites permisibles estipulados en la normativa.

El tamaño máximo nominal (TMN) del agregado fino es de 4.75 mm y con un Módulo de Fineza (MF) de 2.079, el cual no cumple con los estándares recomendados de 2.40 a 3.0.

Tabla 15

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado fino – muestra 3.

Nº Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
# 4	4.75 mm	33.40 gr	3.34%	3.34%	96.66%
# 8	2.36 mm	55.30 gr	5.53%	8.87%	91.13%
# 16	1.18 mm	60.60 gr	6.06%	14.93%	85.07%
# 30	600.00um	104.90 gr	10.49%	25.42%	74.58%
# 50	300.00um	513.40 gr	51.35%	76.77%	23.23%
# 100	150.00um	188.80 gr	18.88%	95.65%	4.35%
Fondo	-----	43.50 gr	4.35%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso					
después del		1000.00 gr	100.00 %	-----	-----
tamizado)					

La granulometría no cumple con la norma, ya que, en la malla #16 y #30 el porcentaje acumulado que pasa está sobre los límites permisibles estipulados en la normativa.

El tamaño máximo nominal (TMN) del agregado fino es de 4.75 mm y con un Módulo de Fineza (MF) de 2.129, el cual no cumple con los estándares recomendados de 2.40 a 3.0.

- b) Contenido de humedad.** Este ensayo fue realizado usando como guía la NTP 339.185.

Tabla 16

Procesamiento de datos para el análisis del contenido de humedad del agregado fino.

Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	90.80 gr	95.00 gr	90.80 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	1090.80 gr	1095.00 gr	1090.80 gr
Peso del recipiente + muestra seca	1080.25 gr	1084.10 gr	1079.98 gr
Peso de la muestra húmeda	1000.00 gr	1000.00 gr	1000.00 gr
Peso de la muestra seca	989.45 gr	989.10 gr	989.18 gr
Peso del agua	10.55 gr	10.90 gr	10.82 gr
Contenido de humedad	1.07%	1.10%	1.09%
Contenido de humedad (Promedio)	1.09 %		

El contenido de humedad es una propiedad variable, ya que depende del tiempo y condición en que se realice. Para agregado fino puede llegar a un 8% a más, pero se afirma que al obtener porcentajes menores del 1% es más adecuado por lo que al realizar la corrección del agregado por humedad esta es mínima.

c) **Determinación de materiales finos que pasan el tamiz # 200 (75 μ m).** Este ensayo se realizó en base a la NTP 400.018.

Tabla 17

Procesamiento de datos para el análisis de la cantidad de finos que pasan la malla #200 del agregado fino.

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	498.60 gr	1646.20 gr	1657.30 gr
Peso del recipiente + muestra	2498.60 gr	3646.20 gr	3657.30 gr
Peso seco de la muestra	2000.00 gr	2000.00 gr	2000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	2372.20 gr	3519.40 gr	3529.10 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1873.60 gr	1873.20 gr	1871.80 gr
Material que pasa la malla # 200	126.40 gr	126.80 gr	128.20 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	6.32%	6.34%	6.41%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	6.36 %		

Para este ensayo la norma indica que no debe sobrepasar el 3% para concretos que serán sometidos a abrasión y del 5% para otros concretos, por lo que según los datos obtenidos, no cumple con lo indicado en la norma.

d) Peso específico y absorción. La norma base para estos ensayos fue la NTP 400.022

Tabla 18

Procesamiento de datos para el análisis del peso específico del agregado fino.

Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la fiola (500 ml)	182.80 gr	182.80 gr	182.80 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	680.40 gr	680.40 gr	680.40 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	988.60 gr	988.70 gr	989.80 gr
Peso de la tara	498.50 gr	498.50 gr	498.50 gr
Peso final de la muestra + tara	993.80 gr	992.80 gr	993.70 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	495.30 gr	494.30 gr	495.20 gr
Peso específico del agua	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno)	2.58 gr/cm ³	2.58 gr/cm ³	2.59 gr/cm ³
Peso específico (Saturada superficialmente seca)	2.60 gr/cm ³	2.61 gr/cm ³	2.62 gr/cm ³
Peso específico aparente	2.64 gr/cm ³	2.65 gr/cm ³	2.66 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno)	2.58 gr/cm ³		
Promedio			
Peso específico (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.61 gr/cm ³		
Peso específico aparente (Promedio)	2.65 gr/cm ³		

Tabla 19

Procesamiento de datos para el análisis de absorción del agregado fino.

Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la tara	498.50 gr	498.50 gr	498.50 gr
Peso final de la muestra + tara	993.80 gr	992.80 gr	993.70 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	495.30 gr	494.30 gr	495.20 gr
Absorción (Ab)	0.95%	1.15%	0.97%
Absorción (Ab) promedio	1.02%		

Para el ensayo de peso específico y absorción no se limita a especificaciones, ya que no siempre son índices de la calidad del concreto, pero se indica que puede variar entre 2.3 a 2.9 gr/cm³ para concreto normal. Según el análisis de datos el valor obtenido está dentro de los valores requeridos.

Además se indica que la absorción de los agregados comunes se halla en rango de 0.20% - 3.5%. Según el análisis de los datos el valor obtenido está dentro de los valores indicados.

e) **Peso unitario.** La norma que se tuvo en cuenta fue la NTP 400.017.

Tabla 20

Procesamiento de datos para el análisis del peso unitario del agregado fino.

Descripción		Datos y Resultados		
Muestra		01	02	03
Peso del molde		1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material		5.64 kg	5.65 kg	5.65 kg
Volumen del molde		0.0028 m³	0.0028 m³	0.0028 m³
Peso del material		3.99 kg	4.01 kg	4.00 kg
Densidad de masa		1412.35 kg/m³	1418.58 kg/m³	1415.22 kg/m³
Densidad de masa				
(Promedio)		1415.38 kg/m³		
Peso Unitario Variado				
Descripción		Datos y Resultados		
Muestra		01	02	03
Peso del molde		1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde+material		6.12 kg	6.07 kg	6.14 kg
Volumen del molde		0.0028 m³	0.0028 m³	0.0028 m³
Peso del material		4.47 kg	4.42 kg	4.50 kg
Densidad de masa		1583.17 kg/m³	1564.98 kg/m³	1591.95 kg/m³
Densidad de masa				
(Promedio)		1580.03 kg/m³		

Según la norma utilizada para la realización de este ensayo no hay restricciones para los datos obtenidos, por lo tanto, los valores obtenidos del análisis de datos son aptos para el diseño.

c) **Ensayos realizados al agregado grueso (piedra chancada)**

a) **Análisis granulométrico.** Para este ensayo se tuvo en cuenta la NTP 400.012.

Tabla 21

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado grueso-muestra 1.

Nº Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
2"	50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.4 mm	3240.50 gr	40.41%	40.41%	59.59%
3/4"	19.0 mm	2712.00 gr	33.82%	74.24%	25.76%
1/2"	12.7 mm	840.40 gr	10.48%	84.72%	15.28%
3/8"	9.51 mm	1079.70 gr	13.47%	98.19%	1.81%
#4	4.76 mm	145.50 gr	1.81%	100.00%	0.00%
Fondo	-----	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
Total, Final (Peso					
después del		8018.10 gr	100.00 %	-----	-----
tamizado)					

Al realizar el respectivo análisis de datos se afirma que no cumple con la norma en la malla de 3/8" de diámetro. Además, se tiene un TMN de 3/4" y un MF de 2.23.

Tabla 22

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado grueso-muestra 2.

N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
2"	50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.4 mm	2547.60 gr	31.77%	31.77%	68.23%
3/4"	19.0 mm	2905.10 gr	36.23%	68.00%	32.00%
1/2"	12.7 mm	1090.30 gr	13.60%	81.60%	18.40%
3/8"	9.51 mm	1364.80 gr	17.02%	98.62%	1.38%
#4	4.76 mm	110.40 gr	1.38%	100.00%	0.00%
Fondo	-----	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
Total, Final (Peso					
después del		8018.20 gr	100.00 %	-----	-----
tamizado)					

Al realizar el respectivo análisis de datos se afirma que no cumple con la norma en la malla de 3/8" de diámetro. Además, se tiene un TMN de 3/4" y un MF de 2.12.

Tabla 23

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del agregado grueso-muestra 3.

Nº Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
2"	50 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
1 1/2"	37.5 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
1"	25.4 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
3/4"	19.0 mm	3110.50 gr	38.79%	38.79%	61.21%
1/2"	12.7 mm	2849.40 gr	35.54%	74.33%	25.67%
3/8"	9.51 mm	988.20 gr	12.32%	86.65%	13.35%
#4	4.76 mm	928.40 gr	11.58%	98.23%	1.77%
Fondo	-----	141.80 gr	1.77%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso					
después del		8018.30 gr	100.00 %	-----	-----
tamizado)					

Al realizar el respectivo análisis de datos se afirma que si cumple con la norma para todos los diámetros de las mallas. Además, se tiene un TMN de 3/4" y un MF de 2.24.

b) Contenido de humedad. La NTP 339.185 es la norma que se tomó como base.

Tabla 24

Procesamiento de datos para el análisis del contenido de humedad del agregado grueso

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	254.90 gr	113.70 gr	254.90 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	4254.90 gr	4113.70 gr	4254.90 gr
Peso del recipiente + muestra seca	4241.20 gr	4101.40 gr	4243.80 gr
Peso de la muestra húmeda	4000.00 gr	4000.00 gr	4000.00 gr
Peso de la muestra seca	3986.30 gr	3987.70 gr	3988.90 gr
Peso del agua	13.70 gr	12.30 gr	11.10 gr
Contenido de humedad	0.34%	0.31%	0.28%
Contenido de humedad (Promedio)	0.31 %		

El contenido de humedad es una de las propiedades que es variable de acuerdo al determinado tiempo que se realice .Para agregado grueso puede llegar a un 4%, pero se afirma que al obtener porcentajes menores es más adecuado por lo que al realizar la corrección del agregado por humedad esta es mínima.

- c) **Determinación de materiales finos que pasan el tamiz # 200 (75 μ m).** Este ensayo tiene como base a la NTP 400.018.

Tabla 25

Procesamiento de datos para el análisis de la cantidad de finos que pasan la malla #200 del agregado grueso.

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	888.80 gr	888.60 gr	888.90 gr
Peso del recipiente + muestra	3888.80 gr	3888.60 gr	3888.90 gr
Peso seco de la muestra	3000.00 gr	3000.00 gr	3000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	3865.80 gr	3865.40 gr	3863.80 gr
Peso seco de la muestra ensayada	2977.00 gr	2976.80 gr	2974.90 gr
Material que pasa la malla # 200	23.00 gr	23.20 gr	25.10 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	0.77%	0.77%	0.84%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	0.79%		

La NTP indica que no debe sobrepasar el 3% para concretos sometidos a abrasión y del 5% para otros, por tal razón, si cumple con lo mencionado en la NTP.

d) Peso específico y absorción. La norma base para estos ensayos fue la NTP 400.021.

Tabla 26

Procesamiento de datos para el análisis del peso específico del agregado grueso.

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	880.00 gr	298.50 gr	185.20 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5923.90 gr	5347.00 gr	5197.70 gr
Peso de la muestra seca en el aire	5043.90 gr	5048.50 gr	5012.50 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5957.80 gr	5383.70 gr	5230.60 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	5077.80 gr	5085.20 gr	5045.40 gr
Peso en el agua de la muestra saturada	3165.70 gr	3172.20 gr	3117.70 gr
Peso final de la muestra + recipiente	5873.60 gr	5312.90 gr	5143.00 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	4993.60 gr	5014.40 gr	4957.80 gr
Peso específico del agua	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³
Peso específico de masa (pem)	2.63 gr/cm ³	2.64 gr/cm ³	2.60 gr/cm ³
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.65 gr/cm ³	2.65 gr/cm ³	2.61 gr/cm ³
Peso específico aparente (Pea)	2.68 gr/cm ³	2.69 gr/cm ³	2.64 gr/cm ³
Peso específico de masa (pem)		2.62 gr/cm ³	
Promedio			
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS) Promedio		2.64 gr/cm ³	
Peso específico aparente (Pea)		2.67 gr/cm ³	
Promedio			

Tabla 27*Procesamiento de datos para el análisis de absorción del agregado grueso*

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	880.00 gr	298.50 gr	185.20 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5923.90 gr	5347.00 gr	5197.70 gr
Peso de la muestra seca en el aire	5043.90 gr	5048.50 gr	5012.50 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5957.80 gr	5383.70 gr	5230.60 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	5077.80 gr	5085.20 gr	5045.40 gr
Peso final de la muestra + recipiente	5873.60 gr	5312.90 gr	5143.00 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	4993.60 gr	5014.40 gr	4957.80 gr
Absorción (Ab)	0.67%	0.73%	0.66%
Absorción (Ab) Promedio	0.69%		

Para el ensayo de peso específico y absorción no se limita a especificaciones, ya que no siempre son índices de la calidad del concreto, pero se indica que puede variar entre 2.3 a 2.9 gr/cm³ para concretos normales. Según el análisis de datos el valor obtenido está dentro de los valores requeridos.

Además se indica que la absorción de los agregados comunes se halla en intervalo de 0.20% - 3.5%. Según el análisis de los datos el valor obtenido está dentro de los valores indicados.

e) **Peso unitario.** La norma a tener en cuenta fue la NTP 400.017.

Tabla 28

Procesamiento de datos para el análisis del peso unitario del agregado grueso.

Peso Unitario Suelto			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	4.66 kg	4.66 kg	4.66 kg
Peso del molde + material	17.36 kg	17.40 kg	17.15 kg
Volumen del molde	0.0092 m³	0.0092 m³	0.0092 m³
Peso del material	12.70 kg	12.74 kg	12.49 kg
Densidad de masa	1379.89 kg/m³	1388.25 kg/m³	1360.99 kg/m³
Densidad de masa (Promedio)	1376.38 kg/m³		
Peso Unitario Variado			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	4.66 kg	4.66 kg	4.66 kg
Peso del molde + material	18.74 kg	18.75 kg	18.74 kg
Volumen del molde	0.0092 m³	0.0092 m³	0.0092 m³
Peso del material	14.08 kg	14.09 kg	14.08 kg
Densidad de masa	1534.86 kg/m³	1535.95 kg/m³	1534.32 kg/m³
Densidad de masa (Promedio)	1535.05 kg/m³		

Los datos obtenidos del análisis si son datos aptos para el diseño de concreto, ya que, no se especifica intervalos de valores óptimos en la norma.

f) **Ensayo de abrasión.** La norma que se tuvo en cuenta fue la NTP 400.019.

Tabla 29

Procesamiento de datos para el análisis de abrasión del agregado grueso.

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	85.70 gr	85.70 gr	85.70 gr
Peso del recipiente + muestra de 1/2"	2585.70 gr	2585.70 gr	2585.70 gr
Peso del recipiente + muestra de 3/8"	2585.70 gr	2585.70 gr	2585.70 gr
Peso del recipiente + muestra inicial (Después del secado)	5085.70 gr	5085.70 gr	5085.70 gr
Muestra inicial (Después del secado)	5000.00 gr	5000.00 gr	5000.00 gr
Peso de muestra seca que no pasa el tamiz #12, después del lavado + recipiente	3791.50 gr	3794.40 gr	3786.80 gr
Peso de muestra seca que no pasa el tamiz #12, después del lavado	3705.80 gr	3708.70 gr	3701.10 gr
Peso de muestra seca que pasa el tamiz #12, después del lavado.	1294.20 gr	1291.30 gr	1298.90 gr
Pérdida	25.88%	25.83%	25.98%
Pérdida (Promedio)	25.90 %		

En este ensayo si cumple con la norma. Menciona que la pérdida no debe ser mayor del 50% del peso original, por lo tanto, si está cumpliendo con los parámetros mencionados.

d) Ensayos realizados a los residuos de teja artesanal triturada (agregado fino)

Para el análisis de las propiedades físico – mecánicas de la teja artesanal se tomó como base las normas de agregado fino, puesto que en la presente investigación la teja artesanal se usa como reemplazo en peso del agregado fino.

Se da a conocer que dichos ensayos se realizó a la teja artesanal triturada tamizada en los diferentes tamices normalizados con la finalidad de obtener un material que cumpla con los parámetros de la curva granulométrica. Los pesos tamizados fueron mezclados en sacos de 40.5 Kg, cuyos pesos mezclados se detalla en la Tabla 30. Dichos pesos fueron obtenidos de acuerdo a parámetros indicados en la normativa.

Tabla 30

Pesos tamizados mezclados para ensayos del vidrio triturado.

N° Tamiz	Peso de teja artesanal
	triturada
3/8"	0.00 Kg
# 4	1.21 Kg
# 8	5.12 Kg
# 16	6.83 Kg
# 30	13.68 Kg
#50	6.84 Kg
# 100	6.82 Kg
Fondo	0.00 Kg
Total	40.50 Kg

a) Análisis granulométrico. Para este ensayo se tuvo en cuenta la NTP 400.012.

Tabla 31

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico de la teja artesanal triturada – muestra 1.

Nº Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	15.80 gr	1.58%	1.58%	98.42%
# 8	2.36 mm	121.50 gr	12.15%	13.73%	86.27%
# 16	1.18 mm	176.80 gr	17.68%	31.41%	68.59%
# 30	600.00 um	268.30 gr	26.83%	58.24%	41.76%
# 50	300.00 um	167.40 gr	16.74%	74.98%	25.02%
# 100	150.00 um	226.40 gr	22.64%	97.62%	2.38%
Fondo	-----	23.80 gr	2.38%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso					
después del		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
tamizado)					

Dicho ensayo se realizó para la teja artesanal triturada tamizada en las diferentes mallas estipuladas en la normativa, por lo consiguiente se usó un material mejorado cumpliendo con la normativa, además presenta un MF de 2.776 y un TMN de 4.75 mm.

Tabla 32

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico de la teja artesanal triturada – muestra 2.

Nº Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	15.90 gr	1.59%	1.59%	98.41%
# 8	2.36 mm	123.40 gr	12.34%	13.93%	86.07%
# 16	1.18 mm	175.60 gr	17.56%	31.49%	68.51%
# 30	600.00 um	267.70 gr	26.77%	58.26%	41.74%
# 50	300.00 um	168.20 gr	16.82%	75.08%	24.92%
# 100	150.00 um	224.90 gr	22.49%	97.57%	2.43%
Fondo	-----	24.30 gr	2.43%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso					
después del		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
tamizado)					

Dicho ensayo se realizó para la teja artesanal triturada tamizada en las diferentes mallas estipuladas en la normativa, por lo consiguiente se usó un material mejorado cumpliendo con los parámetros indicados en la NTP, además presenta un MF de 2.779 y un TMN de 4.75 mm.

Tabla 33

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico de la teja artesanal triturada – muestra 3.

Nº Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	14.80 gr	1.48%	1.48%	98.52%
# 8	2.36 mm	122.50 gr	12.25%	13.73%	86.27%
# 16	1.18 mm	177.30 gr	17.73%	31.46%	68.54%
# 30	600.00 um	268.10 gr	26.81%	58.27%	41.73%
# 50	300.00 um	166.90 gr	16.69%	74.96%	25.04%
# 100	150.00 um	225.40 gr	22.54%	97.50%	2.50%
Fondo	-----	25.00 gr	2.50%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----

Dicho ensayo se realizó para la teja artesanal triturada tamizada en las diferentes mallas estipuladas en la normativa, por lo consiguiente se usó un material mejorado cumpliendo con los parámetros mencionados en la NTP, además presenta un MF de 2.774 y un TMN de 4.75 mm.

b) Determinación de materiales finos que pasan el tamiz # 200 (75 μ m). Este ensayo se realizó en base a la NTP 400.018.

Tabla 34

Procesamiento de datos para el análisis de la cantidad de finos que pasan la malla #200 de la teja artesanal triturada.

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	298.50 gr	298.50 gr	298.50 gr
Peso del recipiente + muestra	2298.50 gr	2298.50 gr	2298.50 gr
Peso seco de la muestra	2000.00 gr	2000.00 gr	2000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	2245.70 gr	2248.20 gr	2247.90 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1947.20 gr	1949.70 gr	1949.40 gr
Material que pasa la malla # 200	52.80 gr	50.30 gr	50.60 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	2.64%	2.52%	2.53%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	2.56%		

El análisis de los datos nos indica que si cumple con los parámetros indicados en la normativa. Ya que, la norma indica que el límite máximo es de 3% para concretos sometidos a abrasión y del 5% para otros.

c) **Peso específico y absorción.** La norma base para estos ensayos fue la NTP 400.022

Tabla 35

Procesamiento de datos para el análisis del peso específico de la teja artesanal triturada.

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la fiola (500 ml)	140.00 gr	140.00 gr	140.00 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	638.30 gr	638.40 gr	638.30 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	915.40 gr	916.10 gr	915.60 gr
Peso de la tara	145.90 gr	145.90 gr	145.90 gr
Peso final de la muestra + tara	627.10 gr	628.60 gr	629.90 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	481.20 gr	482.70 gr	484.00 gr
Peso específico del agua	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno)	2.16 gr/cm ³	2.17 gr/cm ³	2.17 gr/cm ³
Peso específico (Saturada superficialmente seca)	2.24 gr/cm ³	2.25 gr/cm ³	2.24 gr/cm ³
Peso específico aparente	2.35 gr/cm ³	2.35 gr/cm ³	2.34 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno)		2.17 gr/cm ³	
Promedio			
Peso específico (Saturada superficialmente seca) Promedio		2.24 gr/cm ³	
Peso específico aparente (Promedio)		2.35 gr/cm ³	

Tabla 36

Procesamiento de datos para el análisis de absorción de la teja artesanal triturada.

Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la tara	145.90 gr	145.90 gr	145.90 gr
Peso final de la muestra + tara	627.10 gr	628.60 gr	629.90 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	481.20 gr	482.70 gr	484.00 gr
Absorción (Ab)	3.91%	3.58%	3.31%
Absorción (Ab) promedio	3.60%		

El análisis de datos para el peso específico indica que los valores obtenidos están próximos a los valores recomendados por la normativa.

Además la teja artesanal triturada es un material que posee la propiedad de absorción, por lo que actuara como una reserva de agua dentro del concreto para hidratar los componentes y lograr un curado interno.

d) Peso unitario. La norma a tener en cuenta fue la NTP 400.017.

Tabla 37

Procesamiento de datos para el análisis del peso unitario de la teja artesanal triturada.

Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	4.75 kg	4.76 kg	4.76 kg
Volumen del molde	0.0028 m³	0.0028 m³	0.0028 m³
Peso del material	3.10 kg	3.11 kg	3.11 kg
Densidad de masa	1098.38 kg/m³	1101.92 kg/m³	1100.33 kg/m³
Densidad de masa (Promedio)	1100.21 kg/m³		
Peso Unitario Variado			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	5.06 kg	5.08 kg	5.07 kg
Volumen del molde	0.0028 m³	0.0028 m³	0.0028 m³
Peso del material	3.41 kg	3.43 kg	3.42 kg
Densidad de masa	1208.09 kg/m³	1215.17 kg/m³	1211.80 kg/m³
Densidad de masa (Promedio)	1211.69 kg/m³		

Los datos obtenidos del análisis son aceptables, ya que la norma no especifica intervalo de valores determinados, por lo tanto la teja artesanal triturada es un material apto como componente del concreto.

e) Ensayos realizados a los residuos de vidrio triturado (agregado fino).

Para el análisis de las propiedades físico – mecánicas del vidrio triturado se tomó como base las normas de agregado fino, puesto que en la presente investigación el vidrio triturado se usa como reemplazo en peso del agregado fino.

Se da a conocer que dichos ensayos se realizó al vidrio triturado tamizado en los diferentes tamices normalizados, con el objetivo de obtener un material que cumpla con los parámetros de la curva granulométrica. Los pesos tamizados fueron mezclados en sacos de 40.5 Kg, cuyos pesos mezclados se detalla en la Tabla 38. Los pesos fueron obtenidos de acuerdo a parámetros indicados en la normativa.

Tabla 38

Pesos tamizados mezclados para ensayos del vidrio triturado.

Nº Tamiz	Peso del vidrio triturado
3/8"	0.00 Kg
# 4	1.21 Kg
# 8	5.12 Kg
# 16	6.83 Kg
# 30	13.68 Kg
#50	6.84 Kg
# 100	6.82 Kg
Fondo	0.00 Kg
Total	40.50 Kg

a) **Análisis granulométrico.** Para este ensayo se tuvo en cuenta la NTP 400.012.

Tabla 39

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del vidrio triturado – muestra 1.

N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	16.20 gr	1.62%	1.62%	98.38%
# 8	2.36 mm	119.10 gr	11.91%	13.53%	86.47%
# 16	1.18 mm	179.30 gr	17.93%	31.46%	68.54%
# 30	600.00 um	266.20 gr	26.62%	58.08%	41.92%
# 50	300.00 um	168.70 gr	16.87%	74.95%	25.05%
# 100	150.00 um	229.10 gr	22.91%	97.86%	2.14%
Fondo	-----	21.40 gr	2.14%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso					
después del		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
tamizado)					

Dicho ensayo se realizó para el vidrio triturado tamizado en las diferentes mallas estipuladas en la NTP, por lo consiguiente se usó un material mejorado cumpliendo con la normativa. Además presenta un MF de 2.775 y un TMN de 4.75 mm.

Tabla 40

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del vidrio triturado – muestra 2.

Nº Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	16.80 gr	1.68%	1.68%	98.32%
# 8	2.36 mm	118.50 gr	11.85%	13.53%	86.47%
# 16	1.18 mm	180.10 gr	18.01%	31.54%	68.46%
# 30	600.00 um	265.90 gr	26.59%	58.13%	41.87%
# 50	300.00 um	167.80 gr	16.78%	74.91%	25.09%
# 100	150.00 um	228.60 gr	22.86%	97.77%	2.23%
Fondo	-----	22.30 gr	2.23%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso					
después del		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
tamizado)					

Dicho ensayo se realizó para el vidrio triturado tamizado en las diferentes mallas estipuladas en la NTP, por lo consiguiente se usó un material mejorado cumpliendo con la normativa. Además presenta un MF de 2.776 y un TMN de 4.75 mm.

Tabla 41

Procesamiento de datos para el análisis granulométrico del vidrio triturado – muestra 3.

Nº Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
# 4	4.75 mm	1.72%	1.72%	98.28%	1.72%
# 8	2.36 mm	11.78%	13.50%	86.50%	11.78%
# 16	1.18 mm	17.85%	31.35%	68.65%	17.85%
# 30	600.00 um	26.82%	58.17%	41.83%	26.82%
# 50	300.00 um	16.74%	74.91%	25.09%	16.74%
# 100	150.00 um	22.68%	97.59%	2.41%	22.68%
Fondo	-----	2.41%	100.00%	0.00%	2.41%
Total, Final (Peso					
después del		1000.00 gr	100.00%	-----	-----
tamizado)					

El ensayo se realizó para el vidrio triturado tamizado en las diferentes mallas estipuladas en la NTP, por lo consiguiente se usó un material mejorado cumpliendo con la normativa. Además presenta un MF de 2.772 y un TMN de 4.75 mm.

b) Determinación de materiales finos que pasan el tamiz # 200 (75 μ m). Este ensayo se realizó en base a la NTP 400.018.

Tabla 42

Procesamiento de datos para el análisis de la cantidad de finos que pasan la malla #200 del vidrio triturado.

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	498.60 gr	498.60 gr	498.60 gr
Peso del recipiente + muestra	2498.60 gr	2498.60 gr	2498.60 gr
Peso seco de la muestra	2000.00 gr	2000.00 gr	2000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	2475.80 gr	2472.60 gr	2482.10 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1977.20 gr	1974.00 gr	1983.50 gr
Material que pasa la malla # 200	22.80 gr	26.00 gr	16.50 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	1.14%	1.30%	0.83%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	1.09%		

El dato obtenido indica que si cumple con la norma para agregado fino. Ya que, la normativa indica que el límite máximo es de 3% para concretos sometidos a abrasión y del 5% para otros.

c) **Peso específico y absorción.** La norma base para estos ensayos fue la NTP 400.022

Tabla 43

Procesamiento de datos para el análisis del peso específico del vidrio triturado.

Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la fiola (500 ml)	136.90 gr	136.90 gr	136.90 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	635.30 gr	635.31 gr	635.30 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	937.20 gr	937.70 gr	936.50 gr
Peso de la tara	149.40 gr	148.85 gr	149.35 gr
Peso final de la muestra + tara	648.00 gr	647.60 gr	646.40 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	498.60 gr	498.75 gr	497.05 gr
Peso específico del agua	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno)	2.51 gr/cm ³	2.52 gr/cm ³	2.50 gr/cm ³
Peso específico (Saturada superficialmente seca)	2.52 gr/cm ³	2.53 gr/cm ³	2.51 gr/cm ³
Peso específico aparente	2.53 gr/cm ³	2.54 gr/cm ³	2.53 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno) Promedio	2.51 gr/cm ³		
Peso específico (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.52 gr/cm ³		
Peso específico aparente (Promedio)	2.53 gr/cm ³		

Tabla 44

Procesamiento de datos para el análisis de absorción del vidrio triturado.

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la tara	149.40 gr	148.85 gr	149.35 gr
Peso final de la muestra + tara	648.00 gr	647.60 gr	646.40 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	498.60 gr	498.75 gr	497.05 gr
Absorción (Ab)	0.28%	0.25%	0.59%
Absorción (Ab) promedio	0.37%		

El análisis de datos para el peso específico indica que los valores obtenidos cumplen con los valores recomendados por la normativa.

Además el vidrio triturado es un material poco absorbente, por lo que se tomara en cuenta para las correcciones por humedad del agregado para el remplazo en peso del agregado fino.

d) Peso unitario. La norma a tener en cuenta fue la NTP 400.017.

Tabla 45

Procesamiento de datos para el análisis del peso unitario del vidrio triturado.

Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.64 kg	1.64 kg	1.64 kg
Peso del molde + material	5.77 kg	5.84 kg	5.78 kg
Volumen del molde	0.0028 m³	0.0028 m³	0.0028 m³
Peso del material	4.13 kg	4.20 kg	4.14 kg
Densidad de masa	1461.54 kg/m³	1486.31 kg/m³	1465.08 kg/m³
Densidad de masa (Promedio)	1470.98 kg/m³		
Peso Unitario Variado			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.64 kg	1.64 kg	1.64 kg
Peso del molde + material	6.19 kg	6.20 kg	6.20 kg
Volumen del molde	0.0028 m³	0.0028 m³	0.0028 m³
Peso del material	4.55 kg	4.56 kg	4.56 kg
Densidad de masa	1610.17 kg/m³	1613.71 kg/m³	1613.18 kg/m³
Densidad de masa (Promedio)	1612.35 kg/m³		

Los datos obtenidos son aceptables, puesto que, al observar los antecedentes presenta similitud en ellos.

4.5.3. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se realizó mediante el método ACI, se hace el proceso de selección de los materiales para obtener una combinación adecuada en trabajabilidad y consistencia. Se siguió el siguiente procedimiento.

Tabla 46

Resumen de datos a ser utilizar en el diseño de mezcla.

Características del Agregado Grueso	
Descripción	Resultado
Peso Unitario Suelto	1376.38 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1535.05 kg/m ³
Peso específico	2623.56 kg/m ³
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Porcentaje de Absorción	0.69%
Porcentaje de Humedad	0.31%
Características del Agregado Fino	
Descripción	Resultado
Peso Unitario Suelto	1415.38 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1580.03 kg/m ³
Peso específico	2583.14 kg/m ³
Módulo de Fineza	2.13
Porcentaje de Absorción	1.02%
Porcentaje de Humedad	1.09%
Características del Agua	
Descripción	Resultado
Peso específico	998.77 kg/m ³

Paso 1. Cálculo de F'_{cr} (Resistencia promedio requerida).

Cuando tenemos la desviación estándar se utiliza las siguientes ecuaciones para determinar la F'_{cr} .

Para calcular la resistencia promedio requerida en diseño de mezclas:

$$F'_{cr} = F'_c + 1.34 * S \rightarrow (i) \quad \text{(Fórmula 18)}$$

$$F'_{cr} = F'_c + 2.33 * S - 35 \rightarrow (ii) \quad \text{(Fórmula 19)}$$

Para calcular la desviación estándar en diseño de mezclas:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad \text{(Fórmula 20)}$$

X_i = Valores de referencia procedente de probetas estándar.

$\bar{X}$ = Promedio de valor $\bar{X}$ es de resistencia procedentes de probetas estándar.

Cuando no tenemos registro de resistencia, correspondientes a obras anteriores, usamos la siguiente tabla:

Tabla 47

Factores que se consideran según la resistencia que se desee.

F'_c	F'_{cr}
Menos de 210	$F'_c + 70$
210 - 350	$F'_c + 84$
> 350	$F'_c + 98$

Nota: Comité 211 ACI (2002).

Cuando se toma en consideración el control de calidad en la obra, usamos la siguiente tabla:

Tabla 48*Factores a tener en cuenta según la calidad*

Teniendo en cuenta el control de calidad en la obra	
Regular o Malo	$1.3 \cdot F'c$ a $1.5 \cdot F'c$
Bueno	$1.2 \cdot F'c$
Excelente	$1.1 \cdot F'c$

Nota: Comité 211 ACI (2002).

Luego de analizar y verificar cada una de las metodologías para alcanzar la resistencia promedio requerida, se usó el segundo método, ya que al no tenemos registros de resistencias de obras anteriores optamos por los datos de la Tabla 47.

Teniendo en cuenta que la $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es la resistencia a compresión que queremos alcanzar, entonces: $F'cr = F'c + 84$, $F'cr = 210 + 84$. Obteniendo, $F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$.

Paso 2. Contenido de aire.**Tabla 49***Porcentaje de aire atrapado*

Concreto sin aire atrapado								
T.M. de A°G° (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20
Concreto con aire atrapado								
T.M. de A°G° (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
Grado de exposición								
Normal	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00
Moderada	6.00	5.50	5.00	4.50	4.50	4.00	3.50	3.00
Extrema	7.50	7.00	6.00	6.00	5.50	5.00	4.50	4.00

Nota: Comité 211 ACI (2002).

Según el ensayo de granulometría el tamaño nominal máximo (TMN) del agregado grueso fue 3/4". Empleando la Tabla 49 se obtiene un contenido de aire del 2%.

Paso 3. Contenido de agua.

Tabla 50

Slump recomendado para diversos tipos de construcción

Tipo de Estructura	Slump	Slump
	Máximo	Mínimo
Zapatas y Muros de Cimentación Reforzados	3"	1"
Cimentación Simples y Calzaduras	3"	1"
Vigas y Muros Armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Losas y Pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Nota: Comité 211 ACI (2002).

Tabla 51*Cantidad aproximada de agua para amasado*

SLUMP	Tamaño Máximo de Agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Nota: Comité 211 ACI (2002).

Para encontrar el contenido aproximado de agua requerida para el diseño usamos la Tabla 51, la cual relaciona el SLUMP y el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Al contar con un tamaño nominal de $\frac{3}{4}$ " y un SLUMP de 3"- 4" (límites para vigas y columnas), obtenemos el contenido de agua de 205 Lts/m³.

Paso 4. Relación Agua/Cemento (Por resistencia F'_{cr}).

Tabla 52

Relación Agua/Cemento vs Resistencia del concreto

f _c a 28 días (kg/cm ²)	Relación Agua/Cemento en peso	
	Sin Aire Incorporado	Con Aire Incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Nota: Comité 211 ACI (2002).

La resistencia del concreto que se requirió obtener fue de 294 kg/cm²; la cual no se encontró dentro de los parámetros establecidos en la Tabla 52, por lo que se procedió a interpolar obteniendo:

$$X = 0.558 \text{ A/C}$$

Paso 5. Contenido de cemento.

$$\frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \text{Relación Agua/Cemento}$$

$$\frac{205 \text{ Lts}}{C} = 0.558$$

Haciendo uso de los datos de volumen de agua y la relación A/C, calculamos la cantidad de cemento 367.12 Kg; siendo el Factor Cemento (FC): 6.64 bls, puesto que, en una bolsa de cemento hay 42.5 kg.

Paso 6. Peso del agregado grueso.

Tabla 53

Volumen del agregado grueso compactado en seco

Tamaño Máximo de Agregado	Módulo de Fineza de la Arena				
	2.40	2.60	2.23	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.517	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.607	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.677	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.727	0.67	0.65
1 1/2 "	0.76	0.74	0.777	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.797	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.827	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.887	0.83	0.81

Nota: Comité 211 ACI (2002).

Se procedió a interpolar para el módulo de fineza (MF) de 2.23 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4", obteniendo como dato 0.677.

Con el dato obtenido de la interpolación y el peso unitario compactado se encontró el peso del agregado grueso.

Peso A.G.= (0.677)*(1535.05 kg/m³)

Peso A.G.=1038.55 kg

Paso 7. Volumen absoluto.

Para obtener los volúmenes absolutos de cada uno de los componentes usamos la adición entre cada componente y su peso específico.

$$\begin{aligned}\text{Cemento} &= (367.12\text{kg})/(3080.00\text{kg/m}^3) \dots\dots\dots= 0.119 \text{ m}^3 \\ \text{Agua} &= (205.00\text{lbs})/(998.77\text{kg/m}^3) \dots\dots\dots= 0.20525 \text{ m}^3 \\ \text{Aire} &= \dots\dots\dots= 0.020 \text{ m}^3 \\ \text{A.G.} &= (1038.55\text{kg})/(2623.56\text{kg/m}^3) \dots\dots\dots= 0.396 \text{ m}^3 \\ \text{Total} &= \dots\dots\dots= \mathbf{0.740 \text{ m}^3} \\ \text{A.F.} &= \dots\dots\dots= 0.260 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Paso 8. Peso del agregado fino.

Al encontrar la suma total de volúmenes absolutos de los componentes ya obtenidos, usamos este dato para obtener el volumen del agregado fino. Una Vez obtenido su volumen multiplicamos por su peso específico para obtener su peso del material.

$$\text{Peso A.F.} = (0.260 \text{ m}^3) * (2583.14 \text{ kg/m}^3)$$

$$\text{Peso A.F.} = 670.83 \text{ kg}$$

Paso 9. Presentación de los diseños en estado seco.

Tabla 54

Presentación del diseño en estado seco

Descripción	Peso en estado seco
Cemento	367.12 kg
A.F.	670.83 kg
A.G.	1038.55 kg
Agua	205.00 kg

Nota: Elaboración propia (2019).

En la presente investigación los residuos de teja artesanal (R.T.) y residuos de vidrio (R.V.) se usó en el diseño como reemplazo en peso del agregado fino, por lo tanto cuando se quitó el 5% de agregado fino se adicionó 2.5% de residuos de teja artesanal y 2.5% de residuos de vidrio, cuando se quitó el 10% de agregado fino se adicionó 5% de residuos de teja artesanal y 5% de residuos de vidrio y así sucesivamente para cada uno de los porcentajes reemplazados.

Tabla 55

Presentación del diseño en estado seco con adición de residuos de teja artesanal y vidrio.

Descripción	0%	5%	10%
Cemento	367.12 kg	367.12 kg	367.12 kg
A.F.	670.83 kg	637.29 kg	603.75 kg
A.G.	1038.55 kg	1038.55 kg	1038.55 kg
R.T.	0.00 kg	16.77 kg	33.54 kg
R.V.	0.00 kg	16.77 kg	33.54 kg
Agua	205.00 lts	205.00 lts	205.00 lts

Descripción	15%	20%	30%
Cemento	367.12 kg	367.12 kg	367.12 kg
A.F.	570.21 kg	536.67 kg	469.58 kg
A.G.	1038.55 kg	1038.55 kg	1038.55 kg
R.T.	50.31 kg	67.08 kg	100.62 kg
R.V.	50.31 kg	67.08 kg	100.62 kg
Agua	205.00 lts	205.00 lts	205.00 lts

Paso 10. Corrección por humedad de los agregados

Se procedió a calcular las correcciones por humedad de los agregados, el aporte de agua en la mezcla y agua efectiva. Para dicho proceso se utilizó los datos anteriores.

Tabla 56

Cálculo de la corrección por humedad, aporte de agua en la mezcla y agua efectiva para cada diseño.

Corrección por humedad (Kilogramos)						
Descripción	0%	5%	10%	15%	20%	30%
A.F.	676.76 kg	642.92 kg	609.08 kg	575.25 kg	541.41 kg	473.73 kg
A.G.	1041.77 kg	1041.77 kg	1041.77 kg	1041.77 kg	1041.77 kg	1041.77 kg
R.T.	0.00 kg	16.82 kg	33.64 kg	50.45 kg	67.27 kg	100.91 kg
R.V.	0.00 kg	16.78 kg	33.55 kg	50.33 kg	67.10 kg	100.66 kg
Aporte de agua en la mezcla (Litros)						
Descripción	0%	5%	10%	15%	20%	30%
A.F.	-0.95	-0.90	-0.86	-0.81	-0.76	-0.67
A.G.	-3.91	-3.91	-3.91	-3.91	-3.91	-3.91
R.T.	0.00	-0.56	-1.12	-1.68	-2.23	-3.35
R.V.	0.00	-0.06	-0.11	-0.17	-0.23	-0.34
Total	-4.86	-5.43	-5.99	-6.56	-7.13	-8.27
Agua efectiva (Litros)						
Descripción	0%	5%	10%	15%	20%	30%
Agua	209.86	210.43	210.99	211.56	212.13	213.27

Paso 11. Proporcionamiento para cada diseño.

Tabla 57

Proporcionamiento para cada diseño

Descripción	0%	5%	10%	15%	20%	30%
Cemento	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A.F.	1.84	1.75	1.66	1.57	1.47	1.29
A.G.	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84
R.T.	0.00	0.05	0.09	0.14	0.18	0.27
R.V.	0.00	0.05	0.09	0.14	0.18	0.27
Agua	24.29 lts	24.36 lts	24.43 lts	24.49 lts	24.56 lts	24.69 lts

Paso 12. Luego de obtener las correcciones por humedad de los agregados y aportes de agua de cada elemento, se procedió a calcular la cantidad de material de cada componente para cada tanda de concreto. Las dimensiones de las probetas fueron: Diámetro= 15cm, Longitud= 30 cm, obteniendo un volumen de 0.00556 m³, de acuerdo a la NTP 339.033 (2018).

Tabla 58*Material requerido para cada porcentaje de adición*

Descripción	0 %	5 %	10 %
Cemento	18.37 kg	18.37 kg	18.37 kg
A.F.	33.87 kg	32.17 kg	30.48 kg
A.G.	52.13 kg	52.13 kg	52.13 kg
R.T.	0.00 kg	0.84 kg	1.68 kg
R.V	0.00 kg	0.84 kg	1.68 kg
Agua	10.50 lts	10.53 lts	10.56 lts
Cantidad	9 Und	9 Und	9 Und

Descripción	15 %	20 %	30 %
Cemento	18.37 kg	18.37 kg	18.37 kg
A.F.	28.79 kg	27.09 kg	23.71 kg
A.G.	52.13 kg	52.13 kg	52.13 kg
R.T.	2.52 kg	3.36 kg	5.05 kg
R.V.	2.52 kg	3.36 kg	5.04 kg
Agua	10.59 lts	10.61 lts	10.67 lts
Cantidad	9 Und	9 Und	9 Und

4.5.4. Proceso de elaboración de probetas

Se siguieron los siguientes pasos para la elaboración de las probetas de concreto:

Paso 01. Pesaje de cada uno de los componentes.

Figura 7

Pesaje de materiales para ser usado en la mezcla.



Nota: Los pesos variaron de acuerdo al (%) de reemplazo por R.T. y R.V. (07/01/2020).

Paso 02. Adición de (R.T. y R.V.) en reemplazo de agregado fino, para cada porcentaje.

Figura 8

Adición de teja artesanal a la mezcla para cada porcentaje de reemplazo.



Nota: Los pesos variaron de acuerdo al (%) de reemplazo por R.T. (07/01/2020).

Figura 9

Adición de vidrio reciclado a la mezcla para cada porcentaje de reemplazo.



Nota: Los pesos variaron de acuerdo al (%) de reemplazo por R.V. (07/01/2020).

Paso 03. Proceso de mezclado de los componentes.

Figura 10

Mezclado de todos los componentes a ser usados en la mezcla.



Nota: Se realizó el mezclado hasta homogeneizar la mezcla. (15/01/2020).

Paso 04. Vaciado del concreto hacia una carretilla luego del mezclado.

Figura 11

Vaciado del trompo a una carretilla después de concluido el mezclado



Nota: Concreto en estado fresco para ser ensayado (15/01/2020).

Paso 05. Ensayo en el cono de Abrams para obtener el asentamiento del concreto fresco.

Figura 12

Ensayo de asentamiento con el cono de Abrams



Nota: Se realizó el varillado en cada tercio del volumen del molde (15/01/2020).

Paso 06. Ensayos en la olla de Washington para obtener el contenido de aire del concreto.

Figura 13

Ensayo en la olla de Washington.



Nota: Se realizó el llenado de agua, para determinar el contenido de aire (21/01/2020).

Paso 07. Obtención de la temperatura.

Figura 14

Medición de la temperatura con el termómetro.



Nota: La temperatura varió de acuerdo a los porcentajes de reemplazo (21/01/2020).

Paso 08. Moldeado y varillado del concreto de manera enérgica con la barra mediante 25 golpes verticales.

Figura 15

Moldeado de probetas.



Nota: Se realizó el enrasado y pulido de cada probeta (15/01/2020).

Paso 09. Desmolde y etiquetado para la identificación de probetas.

Figura 16

Etiquetado de probetas luego del desmolde



Nota: Descripción de cada probeta para todos los porcentajes de adición (16/01/2020).

Paso 10. Curado de probetas.

Figura 17

Probetas en poza de curado



Nota: Probetas en poza de curado cubiertas completamente por agua (16/01/2020).

Dichos pasos se usaron para cada uno de los porcentajes de reemplazo de agregado fino por residuos de teja artesanal (R.T.) y residuos de vidrio (R.V.).

4.5.5. Ensayos realizados al concreto en estado fresco.

A continuación, se presenta tablas resumen en las cuales se detalla los resultados obtenidos realizados al concreto en estado fresco.

Tabla 59

Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 0% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y resultados
Masa del molde	3.90 kg
Masa del molde + concreto	20.58 kg
Masa del concreto	16.68 kg
Densidad del agua	998.77 kg/m ³
Volumen del molde	0.007 m ³
Peso Unitario	2382.86 kg/m ³
Asentamiento (SLUMP)	3.30 in
Contenido de aire	1.85 %
Temperatura	18.2 °C

Tabla 60

Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 5% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y resultados
Masa del molde	3.90 kg
Masa del molde + concreto	20.55 kg
Masa del concreto	16.65 kg
Densidad del agua	998.77 kg/m ³
Volumen del molde	0.007 m ³
Peso Unitario	2378.57 kg/m ³
Asentamiento	3.30 in
Contenido de aire	1.70 %
Temperatura	18.2 °C

Tabla 61

Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 10% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y resultados
Masa del molde	3.90 kg
Masa del molde + concreto	20.33 kg
Masa del concreto	16.43 kg
Densidad del agua	998.77 kg/m ³
Volumen del molde	0.007 m ³
Peso Unitario	2347.14 kg/m ³
Asentamiento	3.20 in
Contenido de aire	1.66 %
Temperatura	18.3 °C

Tabla 62

Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 15% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y resultados
Masa del molde	3.90 kg
Masa del molde + concreto	20.28 kg
Masa del concreto	16.38 kg
Densidad del agua	998.77 kg/m ³
Volumen del molde	0.007 m ³
Peso Unitario	2340.00 kg/m ³
Asentamiento	3.10 in
Contenido de aire	1.65 %
Temperatura	18.3 °C

Tabla 63

Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 20% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y resultados
Masa del molde	3.90 kg
Masa del molde + concreto	20.25 kg
Masa del concreto	16.35 kg
Densidad del agua	998.77 kg/m ³
Volumen del molde	0.007 m ³
Peso Unitario	2335.71 kg/m ³
Asentamiento	3.10 in
Contenido de aire	1.62 %
Temperatura	18.5 °C

Tabla 64

Datos obtenidos para el concreto en estado fresco con 30% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y resultados
Masa del molde	3.90 kg
Masa del molde + concreto	20.15 kg
Masa del concreto	16.25 kg
Densidad del agua	998.77 kg/m ³
Volumen del molde	0.007 m ³
Peso Unitario	2321.43 kg/m ³
Asentamiento	3.00 in
Contenido de aire	1.55 %
Temperatura	18.6 °C

4.5.6. Ensayos Realizados al concreto en estado endurecido

- a) **Ensayos a la Compresión de Probetas.** Se detalla los datos obtenidos en tablas de los ensayos realizados para cada porcentaje de adición.

Tabla 65

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 0% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	14/12/2019	14/12/2019	14/12/2019
Fecha de rotura	26/12/2019	26/12/2019	26/12/2019
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.20 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	31.10 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	181.46 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5643.35 cm ³	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1255.00 gr	1247.00 gr	1247.00 gr
Carga	32165.00 kgf	31126.00 kgf	31518.00 kgf
Resistencia	177.26 kgf/cm ²	176.14 kgf/cm ²	178.36 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	177.25 kgf/cm ²		

Tabla 66

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 5% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	06/01/2020	06/01/2020	06/01/2020
Fecha de rotura	13/01/2020	13/01/2020	13/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.10 cm	15.10 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	179.08 cm ²	179.08 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5372.35 cm ³	5372.35 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1258.00 gr	1265.00 gr	1262.00 gr
Carga	32903.00 kgf	32880.00 kgf	33168.00 kgf
Resistencia	183.74 kgf/cm ²	183.61 kgf/cm ²	187.69 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	185.01 kgf/cm ²		

Tabla 67

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 10% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	14/01/2020	14/01/2020	14/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.10 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.10 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área	179.08 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5390.26 cm ³	5301.43 cm ³	5319.10 cm ³
Peso	1268.00 gr	1266.00 gr	1248.00 gr
Carga	35820.00 kgf	36079.00 kgf	34752.00 kgf
Resistencia	200.02 kgf/cm ²	204.17 kgf/cm ²	196.66 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	200.28 kgf/cm ²		

Tabla 68

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 15% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	14/01/2020	14/01/2020	14/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	14.90 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área	176.71 cm ²	176.71 cm ²	174.37 cm ²
Volumen	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³	5248.42 cm ³
Peso	1265.00 gr	1263.00 gr	1259.00 gr
Carga	35320.00 kgf	35345.00 kgf	34997.00 kgf
Resistencia	199.87 kgf/cm ²	200.01 kgf/cm ²	200.71 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	200.20 kgf/cm ²		

Tabla 69

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 20% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	15/01/2020	15/01/2020	15/01/2020
Fecha de rotura	22/01/2020	22/01/2020	22/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³	5319.10 cm ³
Peso	1264.00 gr	1263.00 gr	1266.00 gr
Carga	35337.00 kgf	35665.00 kgf	35366.00 kgf
Resistencia	199.97 kgf/cm ²	201.82 kgf/cm ²	200.13 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	200.64 kgf/cm ²		

Tabla 70

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 7 días con 30% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Fecha de rotura	28/01/2020	28/01/2020	28/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.00 cm	15.10 cm	15.10 cm
Longitud	30.10 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	176.71 cm ²	179.08 cm ²	179.08 cm ²
Volumen	5319.10 cm ³	5372.35 cm ³	5372.35 cm ³
Peso	1268.00 gr	1259.00 gr	1264.00 gr
Carga	34916.00 kgf	34922.00 kgf	35784.00 kgf
Resistencia	197.58 kgf/cm ²	195.01 kgf/cm ²	199.82 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	197.47 kgf/cm ²		

Tabla 71

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 0% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	14/12/2019	14/12/2019	14/12/2019
Fecha de rotura	02/01/2020	02/01/2020	02/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.70 cm	15.80 cm	15.10 cm
Longitud	30.70 cm	30.70 cm	30.10 cm
Área	193.59 cm ²	196.07 cm ²	179.08 cm ²
Volumen	5943.29 cm ³	6019.25 cm ³	5390.26 cm ³
Peso	1388.00 gr	1408.00 gr	1263.00 gr
Carga	40008.00 kgf	40571.00 kgf	36420.00 kgf
Resistencia	206.66 kgf/cm ²	206.92 kgf/cm ²	203.37 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	205.65 kgf/cm ²		

Tabla 72

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 5% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	06/01/2020	06/01/2020	06/01/2020
Fecha de rotura	20/01/2020	20/01/2020	20/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	14.90 cm	15.60 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.60 cm	30.10 cm
Área	174.37 cm ²	191.13 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5230.98 cm ³	5848.71 cm ³	5319.10 cm ³
Peso	1252.00 gr	1405.00 gr	1263.00 gr
Carga	34893.00 kgf	38390.00 kgf	36226.00 kgf
Resistencia	200.11 kgf/cm ²	200.85 kgf/cm ²	205.00 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	201.99 kgf/cm ²		

Tabla 73

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 10% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.10 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.10 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	179.08 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5390.26 cm ³	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1273.00 gr	1263.00 gr	1259.00 gr
Carga	38317.00 kgf	37519.00 kgf	37633.00 kgf
Resistencia	213.97 kgf/cm ²	212.31 kgf/cm ²	212.96 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	213.08 kgf/cm ²		

Tabla 74

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 15% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.10 cm	14.90 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	179.08 cm ²	174.37 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5372.35 cm ³	5230.98 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1267.00 gr	1262.00 gr	1264.00 gr
Carga	37554.00 kgf	36719.00 kgf	37256.00 kgf
Resistencia	209.71 kgf/cm ²	210.59 kgf/cm ²	210.83 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	210.37 kgf/cm ²		

Tabla 75

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 20% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	15/01/2020	15/01/2020	15/01/2020
Fecha de rotura	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1265.00 gr	1263.00 gr	1259.00 gr
Carga	36612.00 kgf	36915.00 kgf	36083.00 kgf
Resistencia	207.18 kgf/cm ²	208.90 kgf/cm ²	204.19 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	206.76 kgf/cm ²		

Tabla 76

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 14 días con 30% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Fecha de rotura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	14.80 cm	15.00 cm	14.90 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	172.03 cm ²	176.71 cm ²	174.37 cm ²
Volumen	5161.00 cm ³	5301.43 cm ³	5230.98 cm ³
Peso	1266.00 gr	1267.00 gr	1257.00 gr
Carga	34432.00 kgf	35555.00 kgf	34943.00 kgf
Resistencia	200.15 kgf/cm ²	201.20 kgf/cm ²	200.40 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	200.58 kgf/cm ²		

Tabla 77

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 0% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	14/12/2019	14/12/2019	14/12/2019
Fecha de rotura	16/01/2020	16/01/2020	16/01/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.10 cm	15.80 cm	15.10 cm
Longitud	30.00 cm	30.70 cm	30.00 cm
Área	179.08 cm ²	196.07 cm ²	179.08 cm ²
Volumen	5372.35 cm ³	6019.25 cm ³	5372.35 cm ³
Peso	1262.00 gr	1407.00 gr	1258.00 gr
Carga	39296.00 kgf	42778.00 kgf	39437.00 kgf
Resistencia	219.43 kgf/cm ²	218.18 kgf/cm ²	220.22 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	219.28 kgf/cm ²		

Tabla 78

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 5% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	06/01/2020	06/01/2020	06/01/2020
Fecha de rotura	03/02/2020	03/02/2020	03/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	14.90 cm	15.00 cm	15.10 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	174.37 cm ²	176.71 cm ²	179.08 cm ²
Volumen	5230.98 cm ³	5301.43 cm ³	5372.35 cm ³
Peso	1263.00 gr	1259.00 gr	1257.00 gr
Carga	40030.00 kgf	40151.00 kgf	41324.00 kgf
Resistencia	229.57 kgf/cm ²	227.21 kgf/cm ²	230.76 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	229.18 kgf/cm ²		

Tabla 79

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 10% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.10 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5319.10 cm ³	5301.43 cm ³	5319.10 cm ³
Peso	1267.00 gr	1265.00 gr	1268.00 gr
Carga	41674.00 kgf	41373.00 kgf	43862.00 kgf
Resistencia	235.83 kgf/cm ²	234.12 kgf/cm ²	248.21 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	239.39 kgf/cm ²		

Tabla 80

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 15% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.10 cm	30.00 cm
Área	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5301.43 cm ³	5319.10 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1266.00 gr	1265.00 gr	1267.00 gr
Carga	40312.00 kgf	40186.00 kgf	41096.00 kgf
Resistencia	228.12 kgf/cm ²	227.41 kgf/cm ²	232.56 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	229.36 kgf/cm ²		

Tabla 81

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 20% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	15/01/2020	15/01/2020	15/01/2020
Fecha de rotura	12/02/2020	12/02/2020	12/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.10 cm	14.90 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.10 cm	30.00 cm
Área	179.08 cm ²	174.37 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5372.35 cm ³	5248.42 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1269.00 gr	1266.00 gr	1258.00 gr
Carga	40035.00 kgf	37673.00 kgf	38999.00 kgf
Resistencia	223.56 kgf/cm ²	216.06 kgf/cm ²	220.69 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	220.10 kgf/cm ²		

Tabla 82

Procesamiento de datos para ensayo a compresión a los 28 días con 30% de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Fecha de rotura	18/02/2020	18/02/2020	18/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	14.70 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	176.71 cm ²	176.71 cm ²	169.72 cm ²
Volumen	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³	5091.50 cm ³
Peso	1266.70 gr	1264.50 gr	1211.30 gr
Carga	38754.00 kgf	39121.00 kgf	38211.00 kgf
Resistencia	219.30 kgf/cm ²	221.38 kgf/cm ²	225.15 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	220.34 kgf/cm ²		

b) Ensayos de ritmo de absorción de agua del concreto

Se detalla los datos obtenidos en tablas, para cada porcentaje de reemplazo.

Tabla 83

Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 0% de teja artesanal y vidrio.

Edad de la muestra					90 días	
Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm2)	Volumen (mm3)	Densidad Promedio (g/cm³)
P - 1	982.00	100.25	50.13	7893.30	395651.69	2.48
P - 2	982.00	100.50	50.18	7932.72	398024.12	
P - 3	982.00	100.25	49.88	7893.30	393678.37	
Absorción Final (mm)					2.3897	

Tabla 84

Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 5% de teja artesanal y vidrio.

Edad de la muestra					90 días	
Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm2)	Volumen (mm3)	Densidad Promedio (g/cm³)
P - 1	981.00	100.25	50.25	7893.30	396638.36	2.48
P - 2	981.00	100.63	50.13	7952.46	398617.22	
P - 3	981.00	100.13	49.93	7873.63	393090.92	
Absorción Final (mm)					2.3810	

Tabla 85

Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 10% de teja artesanal y vidrio.

Edad de la muestra				90 días		
Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm2)	Volumen (mm3)	Densidad Promedio (g/cm³)
P - 1	982.00	100.25	50.13	7893.30	395651.69	2.48
P - 2	982.00	100.63	49.88	7952.46	396629.10	
P - 3	982.00	100.13	50.30	7873.63	396043.53	
Absorción Final (mm)					2.3768	

Tabla 86

Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 15% de teja artesanal y vidrio.

Edad de la muestra				90 días		
Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm2)	Volumen (mm3)	Densidad Promedio (g/cm³)
P - 1	983.00	100.25	50.13	7893.30	395651.69	2.48
P - 2	983.00	100.63	50.25	7952.46	399611.28	
P - 3	983.00	100.13	50.05	7873.63	394075.12	
Absorción Final (mm)					2.3892	

Tabla 87

Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 20% de teja artesanal y vidrio.

Edad de la muestra				90 días		
Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm ²)	Volumen (mm ³)	Densidad Promedio (g/cm ³)
P - 1	983.50	100.25	50.25	7893.30	396638.36	2.48
P - 2	983.50	100.63	50.13	7952.46	398617.22	
P - 3	983.50	100.13	50.05	7873.63	394075.12	
Absorción Final (mm)					2.3928	

Tabla 88

Procesamiento de datos para ensayo de velocidad de absorción de agua del concreto con 30% de teja artesanal y vidrio.

Edad de la muestra				90 días		
Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm ²)	Volumen (mm ³)	Densidad Promedio (g/cm ³)
P - 1	984.00	100.25	50.18	7893.30	396046.36	2.48
P - 2	984.00	100.63	50.13	7952.46	398617.22	
P - 3	984.00	100.13	50.00	7873.63	393681.44	
Absorción Final (mm)					2.3964	

4.5.7. Costos para la obtención de probetas para diferentes porcentajes de residuos de teja artesanal y vidrio

- a) **Cemento:** Se adquirió cemento Portland Tipo I (Pacasmayo), con un costo de S/. 25.00 la bolsa de 42.5 kg, por lo tanto el precio por kilogramo fue de S/. 0.59.
- b) **Agregado grueso:** El agregado grueso se adquirió por m³, con un costo de S/. 70.00 por m³, calculando por kilogramo se obtuvo un precio de S/: 0.027.
- c) **Agregado fino:** El agregado fino se adquirió por m³, con un costo de S/. 70.00 por m³, calculando por kilogramo se obtuvo un precio de S/: 0.027.
- d) **Agua:** El agua se adquirió a un costo de S/. 5.00. por 1m³, por lo tanto cada litro de agua tuvo un costo de S/. 0.005.
- e) **Teja artesanal triturada:** La teja artesanal se trituró de manera manual, con un rendimiento aproximado de 100 kg/día, a cada peón se le pagó S/. 50.00 soles el día + sus implementos de seguridad S/. 15.00 soles, además el costo de traslado del material fue de 20 soles; obteniendo como gasto general S/. 85.00. Teniendo un costo por kilogramo de teja artesanal triturada de S/. 0,85.
- f) **Vidrio triturado:** El vidrio se trituró de manera manual, con un rendimiento aproximado de 80 kg/día, a cada peón se le pagó S/. 50.00 soles el día + sus implementos de seguridad S/. 15.00 soles, el costo de traslado del material fue de 20 soles; obteniendo como gasto general S/. 85.00. El costo por kilogramo de vidrio triturado de S/. 0,94.

Tabla 89

Costos de materiales por m3 para diferentes porcentajes de residuos de teja artesanal y vidrio.

Costo de Materiales por m3 (Soles)						
Descripción	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	30 %
Cemento	215.95	215.95	215.95	215.95	215.95	215.95
A.F.	18.34	17.42	16.51	15.59	14.67	12.84
A.G.	27.80	27.80	27.80	27.80	27.80	27.80
R.T.	0.00	14.30	28.59	42.89	57.18	85.77
R.V.	0.00	15.77	28.52	47.31	63.08	94.62
Agua	1.05	1.05	1.05	1.06	1.06	1.07
Total	263.14	292.29	318.42	350.59	379.74	438.05

Nota: Costos obtenidos por m3 para cada porcentaje de reemplazo por residuos teja artesanal y vidrio en el caso del agregado fino (2020).

Tabla 90

Costos de materiales en la obtención de probetas para ensayos a compresión con diferentes porcentajes de teja artesanal y vidrio.

Costo de Materiales empleados (Soles)						
Descripción	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	30 %
Cemento	10.81	10.81	10.81	10.81	10.81	10.81
A.F.	0.92	0.87	0.83	0.78	0.73	0.64
A.G.	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39
R.T.	0.00	0.72	1.43	2.15	2.86	4.29
R.V.	0.00	0.79	1.58	2.37	3.16	4.73
Agua	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Total	13.17	14.62	16.09	17.54	18.99	21.92

Nota: Costos obtenidos para cada porcentaje de reemplazo por residuos de teja artesanal y vidrio en el caso del agregado fino (2020).

Tabla 91

Costos de materiales en la obtención de probetas para ensayos de absorción con diferentes porcentajes de teja artesanal y vidrio.

Costo de Materiales empleados (Soles)						
Descripción	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	30 %
Cemento	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
A.F.	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
A.G.	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
R.T.	0.00	0.04	0.09	0.14	0.18	0.27
R.V.	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.30
Agua	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Total	0.82	0.91	1.02	1.11	1.20	1.39

Nota: Costos obtenidos para cada porcentaje de reemplazo por residuos de teja artesanal y vidrio en el caso del agregado fino (2020).

Tabla 92*Costos de equipo y/o herramientas y mano de obra.*

Costo de equipos y/o herramientas (soles)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Parcial
Trompo	1	Und	40	240
Balanza	1	Und	6	36
Carretilla	1	Und	10	60
Moldes	11	Und	25	275
Recipientes para curado	2	Und	55	110
Transporte	1	Glb	60	60
Otros	1	Glb	100	150
Total				931
Costo de mano de obra (soles)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio Total
Peón	6	hh	70	420

Nota: Costos obtenidos en equipos y/o herramientas y mano de obra para la obtención de probetas (2020).

4.6. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 93

Matriz de consistencia.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	TÉCTICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
GENERAL			Normas Técnicas Peruanas y/o Estándares ASTM de agregados, concreto fresco y endurecido correspondientes. Análisis de datos Procesamiento de datos y gráficos: Microsoft Excel	Tipo de investigación Aplicativa - Experimental Diseño de investigación Experimental
¿Cómo influyen los residuos de teja artesanal y vidrio en las propiedades físico-mecánicas del concreto en la provincia de Chota?	Determinar la influencia de los residuos de teja artesanal y vidrio, mediante el análisis de las propiedades físico-mecánicas del concreto en estado endurecido en la provincia de Chota.	La influencia de los residuos de teja artesanal y vidrio en el concreto, mejora considerablemente las propiedades físico-mecánicas del concreto en la provincia de Chota.		
ESPECÍFICOS				
A. ¿Cómo influyen los residuos de teja artesanal y vidrio en la resistencia a compresión del concreto en estado endurecido?	A. Determinar la resistencia a compresión del concreto en estado endurecido elaborado con residuos de teja artesanal y vidrio.	A. Los residuos de teja artesanal y vidrio aumentan significativamente la resistencia a la compresión de probetas, al ser elementos más consistentes.		
B. ¿Cómo influyen los residuos de teja artesanal y vidrio en el ritmo de absorción del concreto?	B. Determinar el ritmo de absorción del concreto elaborado con residuos de teja artesanal y vidrio.	B. Los residuos de teja artesanal y vidrio disminuye el ritmo de absorción del concreto, mejorando su calidad a largo plazo.		
C. ¿Cuáles son los resultados de las propiedades físico-mecánicas de residuos de teja artesanal y vidrio para su empleo en el concreto?	C. Determinar las propiedades físico-mecánicas de residuos de teja artesanal y vidrio para su empleo como reemplazo parcial del agregado fino en el concreto.	C. Los residuos de teja artesanal y vidrio poseen propiedades físico-mecánicas adecuadas para ser utilizadas como reemplazo parcial del agregado fino en el concreto.		

CAPÍTULO V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

Mediante el análisis de los resultados, se están demostrando los objetivos generales y específicos.

5.1.1. Propiedades físico – mecánicas de los elementos del concreto

5.1.1.1. Agregados

Tabla 94

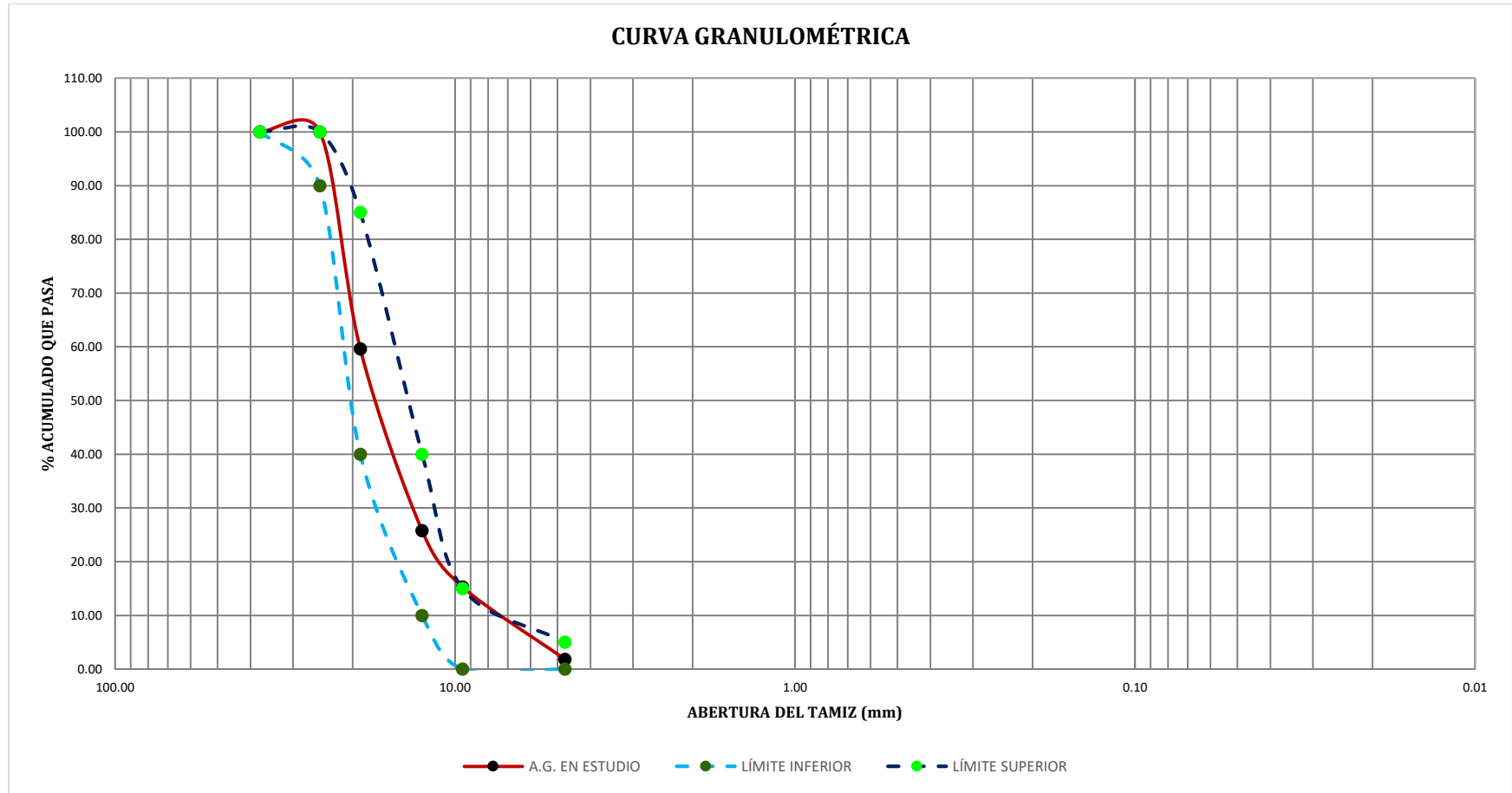
Tabla de resumen del agregado grueso usado para la elaboración del concreto.

Descripción	Datos
Granulometría	
TMN	3/4"
MF	2.196
Contenido de Humedad	0.31%
Materiales que pasan por el tamiz N.º 200	0.79%
Peso Específico	2.62 gr/cm ³
Absorción	0.69%
Peso Unitario Suelto	1376.38 kg/m ³
Peso Unitario Variado	1535.05 kg/m ³
Resistencia a la degradación por abrasión e impacto	25.90%

Nota: Dichos datos son los resultados de los ensayos requeridos por las normativas (2020).

Figura 18

Curva granulométrica del agregado grueso.



Nota: El agregado grueso incumple con la granulometría en la malla 3/8" (2020).

Tabla 95

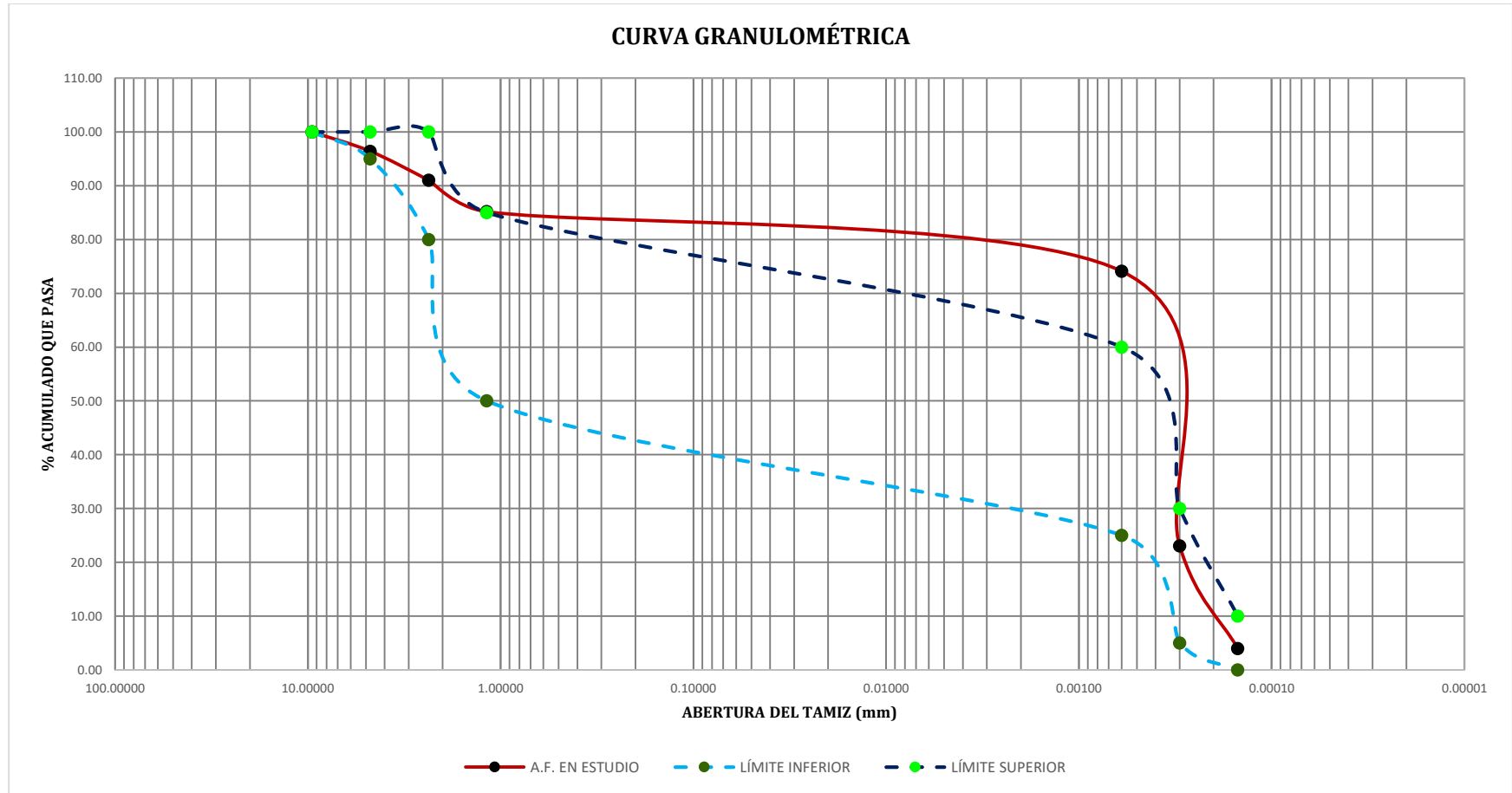
Tabla de resumen del agregado fino usado para la elaboración del concreto.

Descripción	Datos
Granulometría	
TMN	#4
MF	2.234
Contenido de Humedad	0.88%
Materiales que pasan por el tamiz N.º 200	6.36%
Peso Específico	2.58 gr/cm ³
Absorción	1.02%
Peso Unitario Suelto	1415.38 kg/m ³
Peso Unitario Variado	1580.03 kg/m ³

Nota: Dichos datos son de todos los ensayos requeridos por las normativas (2020).

Figura 19

Curva granulométrica del agregado fino.



Nota: El agregado grueso no cumple con la granulometría en la malla 3/8 (200).

Se presenta los datos de los diferentes ensayos de los agregados, por lo que se afirma que en varios de los casos incumple con la norma, pero al ser utilizados tal cual son extraídos de las canteras en la provincia de Chota, se procede a realizarse el estudio con los respectivos datos obtenidos de los diferentes ensayos realizados. El agregado grueso incumple en el ensayo de granulometría (Curva granulométrica) en el diámetro de 3/8". El agregado fino incumple en los ensayos de granulometría (curva granulométrica) en las mallas #16 y #30; además incumple en el ensayo de material que pasa la malla # 200, ya que el 6.36% sobrepasa los valores a $< 5\%$ estipulados en la NTP 400.018 .Cabe mencionar que los materiales son utilizados tanto para el concreto patrón como para el concreto elaborado con residuos de teja artesanal y vidrio con la finalidad de obtener una comparación de los mismos usando materiales directamente extraídos de las canteras Conchán (arena) y .Chuyabamba (piedra).

5.1.1.2. Teja artesanal triturada (agregado fino)

Tabla 96

Tabla de resumen del agregado fino (Teja Artesanal) usado para la elaboración del concreto.

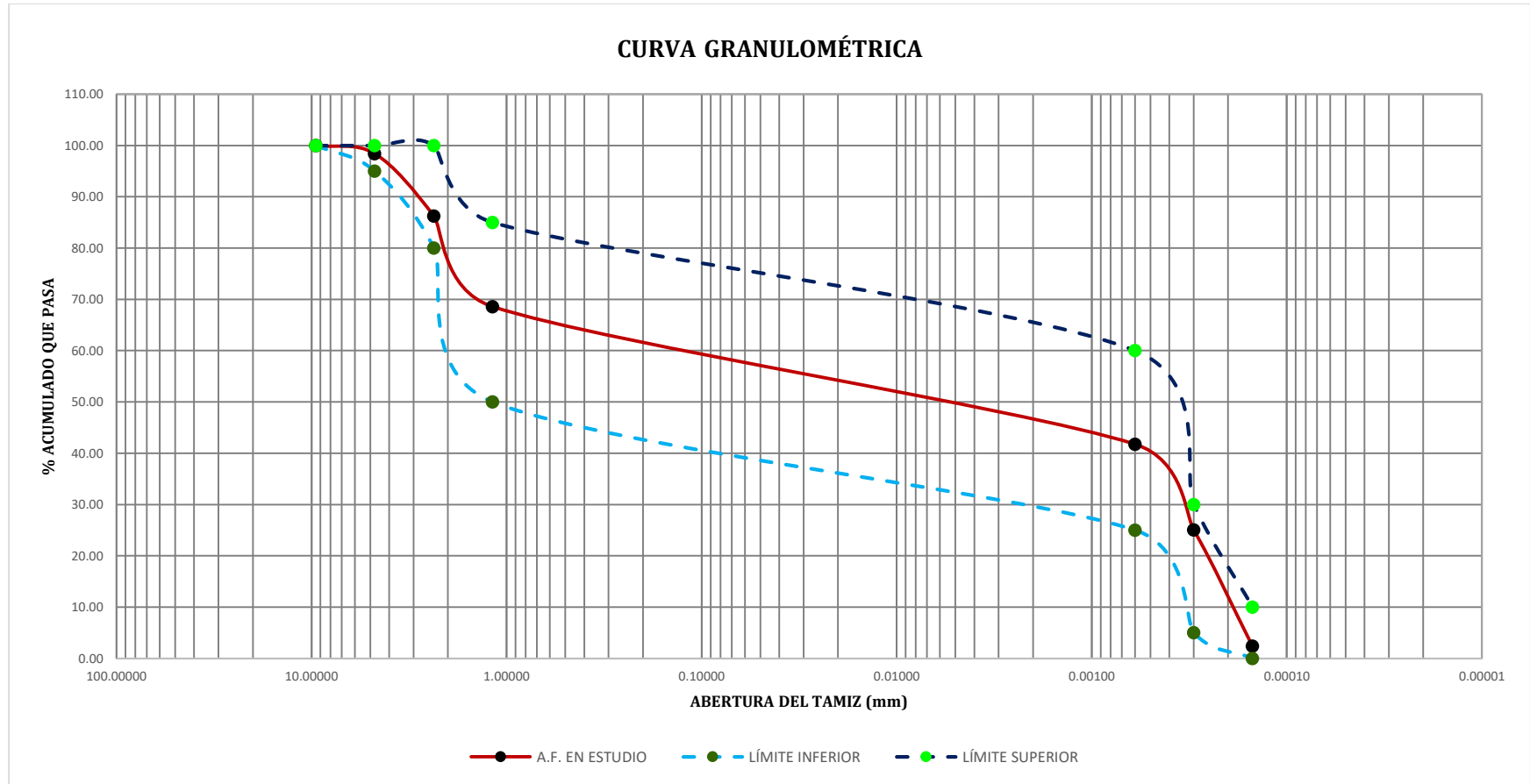
Descripción	Datos
Granulometría	
TMN	#4
MF	2.776
Contenido de Humedad	0.28%
Materiales que pasan por el tamiz N.º 200	2.56%
Peso Específico	2.17 gr/cm ³
Absorción	3.60%
Peso Unitario Suelto	1100.21 kg/m ³
Peso Unitario Variado	1211.69 kg/m ³

Nota: Dichos datos son de todos los ensayos requeridos por las normativas (2020).

Para la obtención de los datos de la teja artesanal triturada se tuvo en cuenta todas las normas técnicas relacionadas con el agregado fino, en la cual se obtuvo un TMN de 4.75 mm. Además, la curva granulométrica mostrada en la Figura 20 presenta parámetros los cuales cumplen con la NTP 400.037, por lo que han sido obtenidos producto del tamizado del material. El material que pasa la malla # 200 es de 2.56%, porcentaje que es < 5% por lo que cumple con lo estipulado en la NTP 400.018.

Figura 20

Curva granulométrica de la teja artesanal triturada.



Nota: La teja artesanal triturada es analizada previo tamizado por lo que cumple con los parámetros de granulometría (2020).

5.1.1.3. Vidrio triturado (agregado fino)

Tabla 97

Tabla de resumen del agregado fino (Vidrio) usado para la elaboración del concreto.

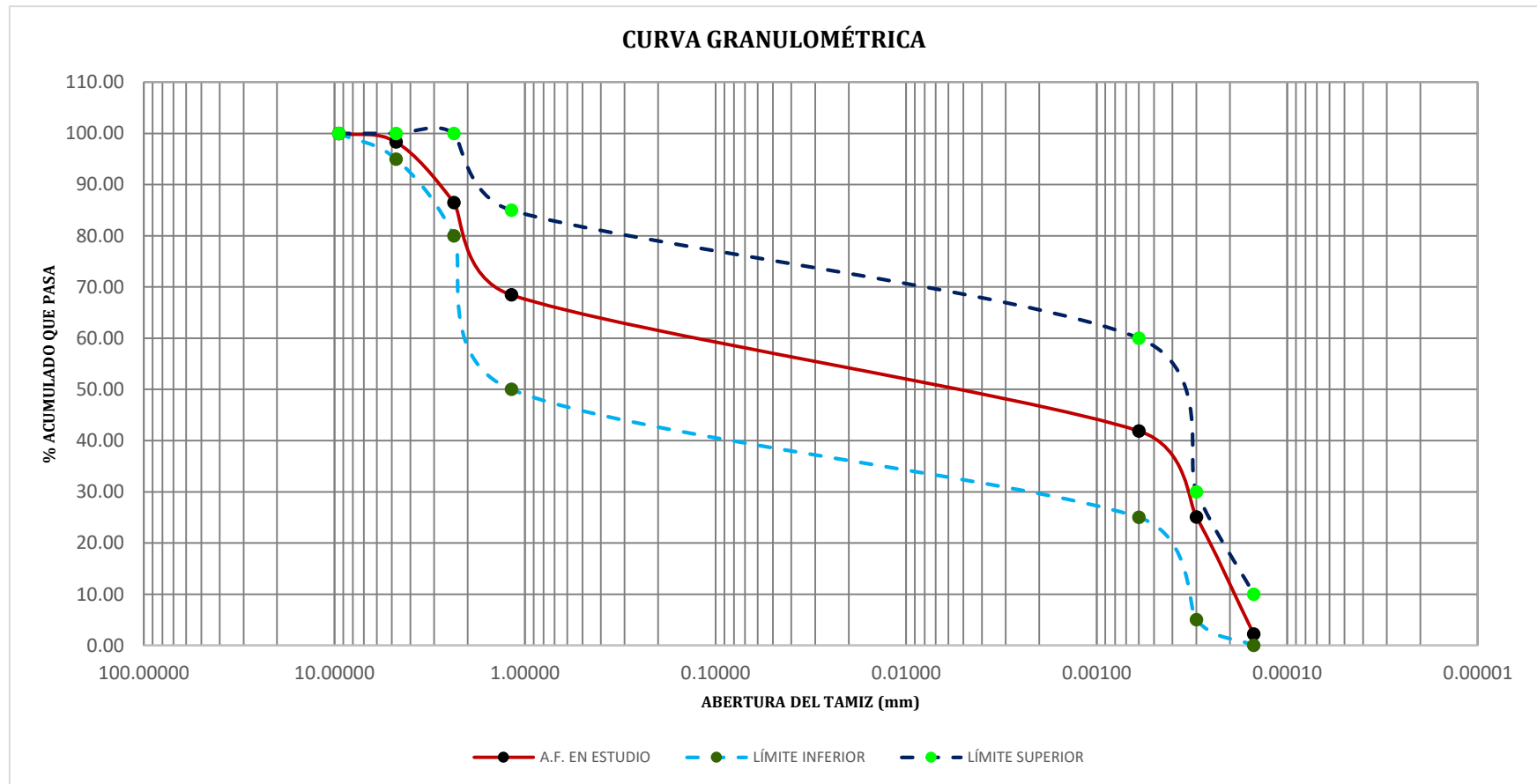
Descripción	Datos
Granulometría	
TMN	#4
MF	2.774
Contenido de Humedad	0.03%
Materiales que pasan por el tamiz N.º 200	1.09%
Peso Específico	2.51 gr/cm ³
Absorción	0.37%
Peso Unitario Suelto	1470.98 kg/m ³
Peso Unitario Variado	1612.35 kg/m ³

Nota: Dichos datos son de todos los ensayos requeridos por las normativas (2020).

Para la obtención de los datos del vidrio triturado se tuvo en cuenta todas las normas técnicas relacionadas con el agregado fino, en la cual se obtuvo un TMN de 4.75 mm. Además, la curva granulométrica mostrada en la Figura 21 presenta parámetros los cuales cumplen con la NTP 400.037, por lo que han sido obtenidos producto del tamizado del material. El material que pasa la malla # 200 es de 1.09%, porcentaje que es < 5% por lo que cumple con lo estipulado en la NTP 400.018.

Figura 21

Curva granulométrica del vidrio triturado.



Nota: El vidrio triturado es analizado previo tamizado por lo que cumple con los parámetros de granulometría (2020).

5.1.1.4.Comparación entre agregado fino, residuos de teja artesanal y vidrio

Tabla 98

Tabla de resumen de datos del agregado fino (arena), teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos A.F. (Arena)	Datos A.F. (Teja Artesanal)	Datos A.F. (Vidrio)
Granulometría			
TMN	#4	#4	#4
MF	2.234	2.776	2.774
Contenido de Humedad	0.88%	0.28%	0.03%
Materiales que pasan por el tamiz N.º 200 < 5%	6.36%	2.56%	1.09%
Peso Específico	2.58 gr/cm ³	2.17 gr/cm ³	2.51 gr/cm ³
Absorción	1.02%	3.60%	0.37%
Peso Unitario Suelto	1415.38 kg/m ³	1100.21 kg/m ³	1470.98 kg/m ³
Peso Unitario Variado	1580.03 kg/m ³	1211.69 kg/m ³	1612.35 kg/m ³

Nota: Comparación para cada ensayo que indica la normativa (2020).

En la comparación entre la arena y los materiales reemplazantes se pudo ver las variaciones y similitudes en cada una de sus propiedades. Para el agregado fino (arena) se tuvo un MF de 2.234 el cual estaba próximo al módulo de finura mínimo recomendado de 2.3 – 3.1, también se tenía una cantidad de finos que pasan la malla #200 en exceso, por lo que se optó hacer reemplazos en peso por materiales mejorados de teja artesanal y vidrio que cumplan con los parámetros de la normativa. La teja artesanal es un material con la propiedad de absorción, el cual actuara como reserva de agua para hidratar a los demás componentes y ayudar en el curado interno, mientras que las propiedades del vidrio al ser comparadas con los antecedentes se tienen datos similares. Finalmente, es importante mencionar que en los antecedentes cada material no lo analizan de manera individual, sino mediante la combinación con el agregado fino o el agregado grueso, razón por la cual se decidió realizar todos los ensayos que se realizan al agrega fino para la teja artesanal triturada y el vidrio triturado.

5.1.2. Ensayos realizados al concreto en estado fresco

Tabla 99

Tabla de resumen de datos del concreto fresco con diferentes adiciones de residuos de teja artesanal y vidrio.

Descripción	Datos 0%	Datos 5%	Datos 10%
Peso Unitario	2382.86 kg/m ³	2378.57 kg/m ³	2347.14 kg/m ³
Asentamiento	3.30 in	3.30 in	3.20 in
Contenido de aire	1.85 %	1.70 %	1.66 %
Temperatura	18.2 °C	18.2 °C	18.3 °C
Descripción	Datos 15%	Datos 20%	Datos 30%
Peso Unitario	2340.00 kg/m ³	2335.71 kg/m ³	2321.43 kg/m ³
Asentamiento	3.10 in	3.10 in	3.00 in
Contenido de aire	1.65 %	1.62 %	1.55 %
Temperatura	18.3 °C	18.5 °C	18.6 °C

Nota: Comparación para cada ensayo que indica la normativa (2020).

Se afirmó que el peso unitario disminuye cada vez que se agregó un mayor porcentaje de residuos de teja artesanal y vidrio. El asentamiento cada vez es menor, ya que, la absorción de la teja artesanal es mucho mayor que de los agregados. El contenido de aire es ligeramente menor, dado que, los materiales reemplazantes dotan de una mejor adherencia de los componentes y en la temperatura fue aumentando a mayor porcentaje de adición, logrando deducir que los residuos de teja artesanal y vidrio almacenan calor.

5.1.3. Ensayos realizados al concreto en estado endurecido

Tabla 100

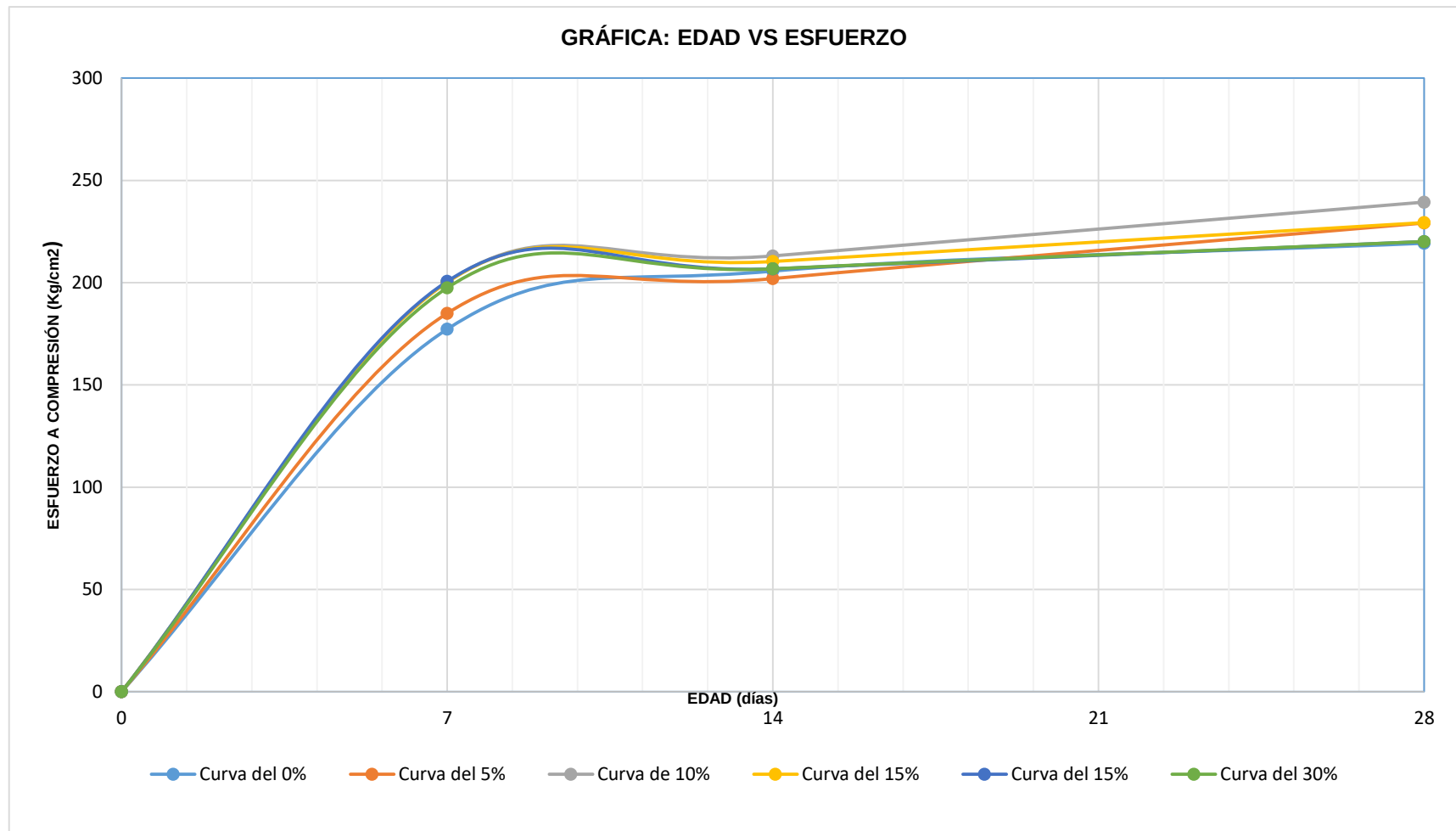
Tablas de comparación de resistencias a compresión de las probetas de concreto con diferentes porcentajes de adición de teja artesanal y vidrio.

Edad	Resistencia promedio	Resistencia (%)	Variación de la resistencia	Descripción
28 días	219.28 kgf/cm ²	100.00%	0.00%	0% R.T y R.V.
	229.18 kgf/cm ²	104.52%	4.52%	5% R.T y R.V.
	239.39 kgf/cm ²	109.17%	9.17%	10% R.T y R.V.
	229.36 kgf/cm ²	104.60%	4.60%	15% R.T y R.V.
	220.10 kgf/cm ²	100.38%	0.38%	20% R.T y R.V.
	220.34 kgf/cm ²	100.48%	0.48%	30% R.T y R.V.

Nota: La resistencia base es cuando se tiene 0% de residuos de teja artesanal y vidrio (2020).

Figura 22

Comparación de las curvas de esfuerzo a compresión vs edad



Nota: Siempre se llega a superar a la resistencia base (2020).

Al realizar el análisis de los resultados para el esfuerzo a compresión, se verificó que para cada caso los esfuerzos superan la resistencia de diseño, sin embargo al realizar la comparación en base al concreto patrón afirmamos que para todos los porcentajes de reemplazo de agregado fino (arena) por residuos de teja artesanal y vidrio son beneficiosos, por lo que no se han obtenidos resistencias inferiores a la resistencia patrón; se afirma que el porcentaje más óptimo de reemplazo es de 10%, ya que obtenemos un incremento del 9.17% con relación a la resistencia patrón.

Tabla 101

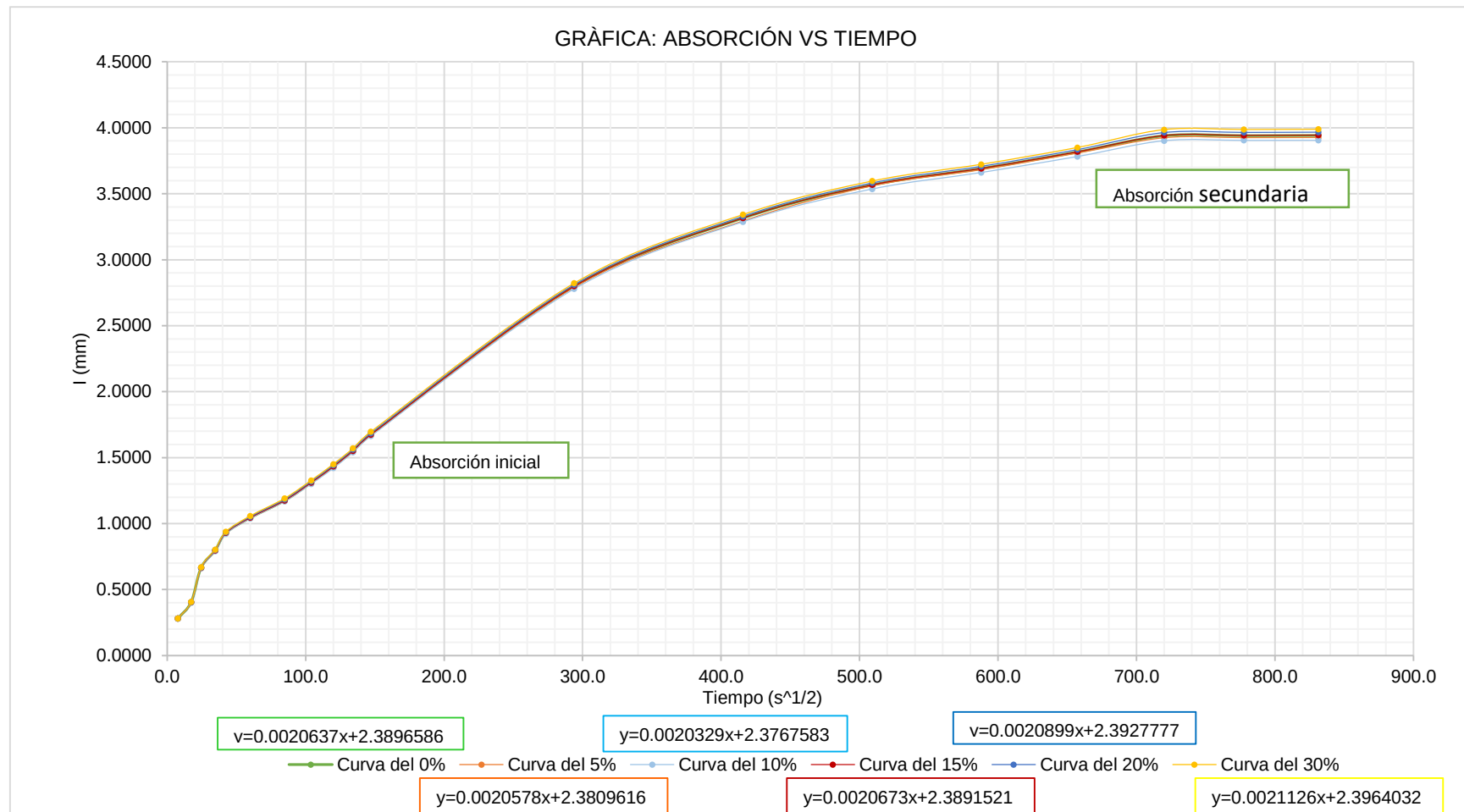
Tablas de comparación de ritmo de absorción de agua con diferentes porcentajes de adición de teja artesanal y vidrio.

Edad	Absorción (mm)	Variación de la Absorción (%)	Variación de la Absorción	Descripción
90 días	2.3897	100.00	0.00%	0% R.T y R.V.
	2.3810	99.64	-0.36%	5% R.T. y R.V.
	2.3768	99.46	-0.54%	10% R.T. y R.V.
	2.3892	99.98	-0.02%	15% R.T. y R.V.
	2.3928	100.13	0.13%	20% R.T. y R.V.
	2.3964	100.28	0.28%	30% R.T. y R.V.

Nota: Variaciones mínimas para todos los porcentajes de adición (2020)

Figura 23

Comparación de las curvas de ritmo de absorción de agua en el concreto.



Nota: Variaciones mínimas para cada porcentaje de adición (2020).

Al realizar el análisis de los resultados del ensayo de ritmo de absorción de agua para la verificación de la calidad del concreto, se obtuvo que las adiciones de residuos de teja artesanal y vidrio por agregado fino tienen una influencia moderada ya que para un 10% de reemplazo la absorción del concreto disminuye en un 0.54% con respecto al concreto patrón; al ser la teja artesanal un elemento con la propiedad absorbente y el vidrio un material impermeable la absorción del concreto se equilibra generando resultados positivos pero en proporciones mínimas, siendo los residuos incorporados a la mezcla útiles para la elaboración de concretos sin afectar sus propiedades

5.1.4. Costos generales para la obtención de probetas de concreto

Tabla 102

Resumen de los costos de los materiales para probetas ensayadas a compresión de cada diseño.

Descripción	Suma Total (Soles)	Variación
Probetas ensayadas a compresión		
Concreto con 0% de T.A. y V.	13.17	0.00 %
Concreto con 5% de T.A. y V.	14.62	11.05 %
Concreto con 10% de T.A. y V.	16.09	22.16 %
Concreto con 15% de T.A. y V.	17.54	33.21 %
Concreto con 20% de T.A. y V.	18.99	44.21 %
Concreto con 30% de T.A. y V.	21.92	66.41 %
Probetas ensayadas a absorción		
Concreto con 0% de T.A. y V.	0.83	0.00 %
Concreto con 5% de T.A. y V.	0.91	9.54 %
Concreto con 10% de T.A. y V.	1.02	22.44 %
Concreto con 15% de T.A. y V.	1.11	33.18 %
Concreto con 20% de T.A. y V.	1.20	43.91 %
Concreto con 30% de T.A. y V.	1.39	66.36 %
Costo de alquiler de equipos y/o herramientas	931	
Costo de mano de obra (Peón para elaboración de concreto)	420	
Total:	1459.79	

Nota: Variación de precios según el porcentaje de residuos de T.A. y V. (2020).

Según el análisis de costos en la Tabla 102, se pudo afirmar que a mayor porcentaje de reemplazo de residuos de teja artesanal y vidrio el costo incrementa, ya que el precio de los componentes aumenta proporcionalmente debido al proceso de obtención y habilitación de los mismos para ser usados en la mezcla. Se tomó en cuenta el costo con 0% de reemplazo como base para el análisis, y dando énfasis para 10% de reemplazo, ya que es el porcentaje más óptimo para el esfuerzo a compresión y absorción. Finalmente, se da a conocer que dicho análisis se realizó para una cantidad de 9 probetas ensayadas a compresión por cada porcentaje de residuos de teja artesanal y vidrio, además de 2 probetas para ensayo de absorción; obteniendo un costo total de 1459.79 soles, teniendo similitudes con otras investigaciones, ya que pese a su costo cero de obtención de los residuos se genera un incremento en su precio de obtención de concreto debido al proceso de habilitación para ser utilizado como reemplazo de agregado fino.

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Se determinaron las propiedades físico – mecánicas del agregado fino procedente de la cantera Conchán, agregado grueso procedente de la cantera Chuyabamba, así como también de los residuos de teja artesanal y vidrio; en los ambientes del laboratorio de mecánica de materiales de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Del análisis de los resultados para el agregado grueso se determinó que cumple parcialmente con los parámetros establecidos en la NTP 400.037, ya que incumple la distribución granulométrica de sus partículas; mientras que para el agregado fino presenta un módulo de finura de 2.23, inferior a los valores estándares, un porcentaje que pasa la maya un porcentaje que pasa la malla # 200 de 6.36%, porcentaje que está por debajo de los parámetros indicados en la NTP 400.037; pese a ello se ha procedido en su utilización para

la elaboración de concreto ya que el Reglamento Nacional de Edificaciones indica que dichos materiales con esas características se pueden utilizar si existe evidencias de uso en obras de construcción civil públicas o privadas y que cumplan con las resistencias requeridas.

Del análisis de los resultados para los residuos de teja artesanal y vidrio se determinó que los materiales son adecuados y cumplen con los requisitos indicados en la NTP 400.037, ya que para su utilización se ha mejorado mediante el tamizado, así mismo dichos agregados procedentes de residuos de teja artesanal y vidrio presentaron un módulo de finura de 2.776 y 2.774 respectivamente y un porcentaje que pasa la malla # 200 de 2.56% y 1.09, evidenciando propiedades adecuadas para su utilización, además presentan menores valores para contenido de humedad y pesos específicos similares con respecto al agregado fino (arena), el porcentaje de absorción para la teja artesanal aumenta considerablemente mientras que para el vidrio disminuye para lo cual se ha realizado las correcciones por humedad y obtener las proporciones exactas para el diseño de mezclas ; adoptando una similitud con Navarro (2014) que en su estudio menciona que al realizar de manera individual las propiedades de agregados reciclados como ladrillo, teja, vidrio, etc. cumplen con los requisitos para ser implementados como agregados en la composición del concreto.

Al determinar las propiedades del concreto con residuos de teja artesanal y vidrio para porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 30% en estado fresco se verificó que a mayor porcentaje de reemplazo de residuos por agregado fino el asentamiento (Slump) disminuye, obteniendo valores de 8.38 cm correspondiente a concreto patrón, 8.38cm, 8.13cm, 7.87cm, 7.87cm y 7.62cm respectivamente de esta manera la trabajabilidad se ve ligeramente afectada; de igual forma según Coayla y Saire (2016) menciona que a mayor reemplazo de material cerámico la trabajabilidad se ve afectada; por lo contrario según Almeida y Trujillo (2017) mencionan que la trabajabilidad mejora a mayor reemplazo de vidrio triturado.

Los datos obtenidos de contenido de aire se ven reducidos obteniendo valores entre 1.85% - 1.55%, los cuales son aceptables ya que para el diseño de mezcla se ha usado un contenido de aire de 2%.

De los análisis de peso unitario de concreto en estado fresco se evidenció que disminuye a mayor porcentaje de reemplazo debido a las propias características de los residuos utilizados, adoptando un análisis similar con López (2017) que indica que a mayor incorporación de vidrio el peso unitario del concreto disminuye.

Para el análisis de las propiedades del concreto en estado endurecido como resistencia a compresión se determinó que para cada porcentaje de reemplazo (0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 30%), los esfuerzos superan la resistencia de diseño, sin embargo al realizar la comparación en base al concreto patrón afirmamos que para todos los porcentajes de reemplazo de agregado fino (arena) por residuos de teja artesanal y vidrio son beneficiosos, por lo que no se han obtenidos resistencias inferiores a la resistencia patrón; se afirma que el porcentaje más óptimo de reemplazo es de 10%, ya que obtenemos un incremento del 9.17% con relación a la resistencia patrón. Adoptando evidencias similares con Coayla y Saire (2016), quien menciona que al reemplazar el 10% de residuos cerámicos por agregado fino la resistencia incrementa en 5% con respecto al concreto patrón. De igual manera según Rivera (2018) indica que para un reemplazo de 25% de reemplazo de vidrio triturado por agregado fino, la resistencia incrementa en 11.9%.

Al realizar el análisis de los resultados del ensayo de ritmo de absorción de agua para la verificación de la calidad del concreto, se obtuvo que las adiciones de residuos de teja artesanal y vidrio por agregado fino tienen una influencia moderada ya que para un 10% de reemplazo la absorción del concreto disminuye en un 0.54% con respecto al concreto patrón;

al ser la teja artesanal un elemento con la propiedad absorbente y el vidrio un material impermeable la absorción del concreto se equilibra generando resultados positivos pero en proporciones mínimas, siendo los residuos incorporados a la mezcla útiles para la elaboración de concretos sin afectar sus propiedades, adoptando una posición similitud con López (2017) que en su investigación indica que la absorción disminuye a mayor incorporación de vidrio triturado.

Según el análisis de costos se pudo afirmar que a mayor porcentaje de reemplazo de residuos de teja artesanal y vidrio el costo incrementa, ya que el precio de los componentes aumenta proporcionalmente debido al proceso de obtención y habilitación de los mismos para ser usados en la mezcla, obteniendo para el 10%(porcentaje óptimo) de reemplazo un incremento de 22.15% en costo con respecto al concreto patrón, de igual forma Almeida y Trujillo (2017) indican que el costo de obtención de concreto con vidrio triturado es mayor debido a los trabajos de adecuación de residuos para ser utilizados como agregados para la elaboración de concreto.

5.3. Contrastación de la hipótesis

5.3.1. Contrastación de hipótesis (A)

Validez de la hipótesis específica, respecto a la influencia de los residuos de teja artesanal y vidrio en la resistencia a la rotura por compresión del concreto. Para un diseño de resistencia de 210 kg/cm².

Paso 1. Hipótesis nula e hipótesis alternativa

Se prueba la hipótesis sobre el aumento significativo en la resistencia del concreto con la influencia de residuos de teja artesanal y vidrio para una resistencia de 210kg/cm² en una edad de 28 días.

H0: U = 210kg/cm² (Dato)

H1: U > 210kg/cm² (Por demostrar)

Paso 2: Nivel de significancia

Según el rango de aceptación de significancia se considera 0.05% para proyectos de investigación.

Paso 3: Evidencia muestral (Ec)

Para el cálculo estadístico del contraste de la prueba se determinó con la distribución t-student con (n-1) grados de libertad, detallada de la siguiente manera:

$$\text{Media aritmética} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n}{N} \quad (\text{Formula 18})$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (\text{Formula 19})$$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}} \quad (\text{Formula 20})$$

Tabla 103:

Detalle del cálculo estadístico del contraste de prueba para la resistencia a la compresión axial del concreto.

Edad (días)	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)					
	0%	5%	10%	15%	20%	30%
28 días	219.43	229.57	235.83	228.12	223.56	219.30
	218.18	227.21	234.12	227.41	216.06	221.38
	220.22	230.76	248.21	232.56	220.69	225.15
$\bar{x}$	219.28	229.18	239.39	229.36	220.10	220.34
n	3	3	3	3	3	3
S	1.03	1.81	7.69	2.79	3.78	3.56
t	15.63	18.39	6.62	12.01	4.62	5.04

Paso 4: Valor Crítico (Vc)

Tabla 104

Valores de distribución T Student con interacción de grados de libertad y nivel de significancia para la resistencia a la compresión del concreto.

<i>df</i>	$t_{.100}$	$t_{.050}$	$t_{.025}$	$t_{.010}$	$t_{.005}$	<i>df</i>
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	1
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	2
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	3
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	4
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	6
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	7
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	8
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	9
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	10
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	11
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	12
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	13
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	14
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	15
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	16
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	17
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	18
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	19
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	20
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	21
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	22
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	23
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	24
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	25
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	26
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	27
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	28
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	29
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	∞

Nota: Mendenhall, Beaver y Beaver (2010, pg. 691).

Paso 5: Decisión del caso

➤ Para 0% de residuos de teja artesanal y vidrio (concreto convencional) para una resistencia de 210kg/cm².

$$E_c > V_c$$

$$15.68 > 2.920$$

La decisión del caso es rechazo a “Ho” y aceptación de “H1”, donde la evidencia de la afirmación es superior a la resistencia del concreto convencional 210kg/cm².

➤ Para 5% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para una resistencia de 210kg/cm².

$$E_c > V_c$$

$$18.39 > 2.920$$

La decisión del caso es rechazo a “Ho” y aceptación de “H1”, donde la resistencia con 5% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado del fino para el concreto mejora significativamente a la resistencia del diseño de mezcla de 210kg/cm².

➤ Para el 10% de residuos de teja artesanal en reemplazo del agregado fino para una resistencia de 210kg/cm².

$$E_c > V_c$$

$$6.62 > 2.920$$

La decisión del caso es rechazo a “Ho” y aceptación de “H1”, donde la resistencia con 10% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para el concreto mejora significativamente a la resistencia del concreto, obteniendo valores superiores que el concreto convencional de 210kg/cm².

➤ Para el 15% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para una resistencia de 210kg/cm².

$$E_c > V_c$$

$$12.01 > 2.920$$

La decisión del caso es rechazo a “Ho” y aceptación de “H1”, donde la resistencia con 15% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para el concreto mejora significativamente a la resistencia del concreto convencional 210kg/cm², obteniendo valores superiores al mismo.

➤ Para el 20% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para una resistencia de 210kg/cm².

$$E_c > V_c$$

$$4.62 > 2.920$$

La decisión del caso es rechazo a “Ho” y aceptación de “H1”, donde la resistencia con 20% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para el concreto mejora significativamente a la resistencia del concreto base 210kg/cm².

➤ Para el 30% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para una resistencia de 210kg/cm².

$$E_c > V_c$$

$$5.04 > 2.920$$

La decisión del caso es rechazo a “Ho” y aceptación de “H1”, donde la resistencia con 30% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino, es superior a la resistencia del concreto convencional de 210kg/cm².

5.3.2. Contrastación de hipótesis (B)

Validez de la hipótesis específica, respecto a la influencia de los residuos de teja artesanal y vidrio en el ritmo de absorción del concreto. Para una absorción de concreto convencional de 2.3897mm.

Paso 1. Hipótesis nula e hipótesis alternativa

Se prueba la hipótesis sobre la disminución del ritmo de absorción del concreto con la influencia de residuos de teja artesanal y vidrio para una absorción de 2.3897 mm en una edad de 90 días.

H0: U = 2.3897 (Dato)

H1: U < 2.3897 (Por demostrar)

Paso 2: Nivel de significancia

Según el rango de aceptación de significancia se considera 0.05% para proyectos de investigación.

Paso 3: Evidencia muestral (Ec)

Para el cálculo estadístico del contraste de la prueba se determinó con la distribución t-student con (n-1) grados de libertad, detallada de la siguiente manera:

$$\text{Media aritmética} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n}{N} \quad \text{(Formula 18)}$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad \text{(Formula 19)}$$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s / \sqrt{n}} \quad \text{(Formula 20)}$$

Tabla 105:

Detalle del cálculo estadístico del contraste de prueba para la absorción del concreto.

Edad (días)	Ritmo de absorción del concreto (mm)				
	5%	10%	15%	20%	30%
90 días	2.3814	2.3767	2.3898	2.3932	2.3968
	2.3814	2.3767	2.3896	2.3930	2.3965
	2.3824	2.3774	2.3888	2.3921	2.3959
$\bar{x}$	2.3810	2.3768	2.3892	2.3928	2.3964
n	3	3	3	3	3
S	0.0011	0.0005	0.0006	0.0006	0.0005
t	-14.05	-48.94	-1.44	9.22	25.48

Paso 4: Valor Crítico (Vc)

Tabla 106

Valores de distribución *T* Student con interacción de grados de libertad y nivel de significancia para la absorción del concreto.

<i>df</i>	$t_{.100}$	$t_{.050}$	$t_{.025}$	$t_{.010}$	$t_{.005}$	<i>df</i>
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	1
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	2
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	3
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	4
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	6
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	7
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	8
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	9
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	10
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	11
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	12
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	13
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	14
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	15
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	16
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	17
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	18
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	19
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	20
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	21
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	22
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	23
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	24
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	25
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	26
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	27
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	28
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	29
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	∞

Nota: Mendenhall, Beaver y Beaver (2010, pg. 691).

Paso 5: Decisión del caso

➤ Para 5% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para un ritmo de absorción del concreto convencional de 2.3897 mm.

$$E_c < V_c$$

$$-14.05 < 2.920$$

La decisión del caso es rechazo a “Ho” y aceptación de “H1”, donde la absorción con 5% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para el concreto disminuye con respecto a la absorción de concreto convencional de 2.3897mm.

➤ Para 10% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para un ritmo de absorción del concreto convencional de 2.3897 mm.

$$E_c < V_c$$

$$-48.94 < 2.920$$

La decisión del caso es rechazo a “Ho” y aceptación de “H1”, donde la absorción con 10% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para el concreto disminuye con respecto a la absorción de concreto convencional de 2.3897mm.

➤ Para 15% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para un ritmo de absorción del concreto convencional de 2.3897 mm.

$$E_c < V_c$$

$$-1.44 < 2.920$$

La decisión del caso es rechazo a “Ho” y aceptación a “H1”, donde la absorción con 15% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para el concreto disminuye con respecto a la absorción de concreto convencional 2.3897.

- Para 20% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para un ritmo de absorción del concreto convencional de 2.3897 mm.

$$E_c < V_c$$

$$9.22 > 2.920$$

La decisión del caso es no rechazo a “Ho” y rechazo a “H1”, donde no se puede rechazar la hipótesis nula que valida el ritmo de absorción del concreto convencional de 2.3897 mm, obteniendo valores mayores de absorción con reemplazo del 20% de residuos de teja artesanal y vidrio.

- Para 30% de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino para un ritmo de absorción del concreto convencional de 2.3897 mm.

$$E_c < V_c$$

$$25.48 > 2.920$$

La decisión del caso es no rechazo a “Ho” y rechazo a “H1”, donde no se puede rechazar la hipótesis nula que valida el ritmo de absorción del concreto convencional de 2.3897 mm, obteniendo valores mayores de absorción con reemplazo del 30% de residuos de teja artesanal y vidrio.

5.3.3. Contrastación de hipótesis (C)

Se formuló que el uso de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino en el concreto son adecuados, se contrasta la hipótesis, ya que para su utilización se procedió a ser el mejoramiento del material mediante el tamizado y adecuación a los parámetros granulométricos, teniendo como evidencia el comportamiento adecuado en la mezcla y alcanzar resistencias superiores en ensayos a compresión en comparación a un concreto convencional de 210 kg/cm².

CAPÍTULO VI.- PROPUESTA

Al obtener los respectivos resultados de la investigación, y al evidenciar un significativo incremento en la resistencia del concreto con un 10% de reemplazo de teja artesanal y vidrio; se propone un diseño de mezclas mediante el método Walker para elementos estructurales columnas de la obra: “Mejoramiento de los ambientes de despacho parroquial de la catedral Todos los Santos de Chota”

El método de Walker considera que la relación del agregado fino y grueso debe variar en función de la cantidad de bolsas de cemento para la mezcla, así como de su perfil del agregado grueso ya sea redondeado o angular, tamaño máximo del agregado grueso y módulo de finura del agregado fino.

a) Características de los materiales

Tabla 107

Características de los materiales para la elaboración de diseño de mezcla propuesta.

AGREGADO FINO (Kg/m3)		AGREGADO GRUESO (Kg/m3)
P.E de masa	2580.000	2620.000
P.U.S.S	1415.380	1376.380
P.U.S.C	1580.030	1535.050
W (%)	0.880	0.310
Absorción	1.020	0.690
Módulo de finura	2.234	2.196
T.M.N		3/4 "
Perfil		Angular
TEJA ARTESANAL (Kg/m3)		VIDRIO (Kg/m3)
P.E de masa	2170.000	2510.000
P.U.S.S	1100.210	1470.980

P.U.S.C	1211.690	1612.350
W (%)	0.280	0.030
Absorción	3.600	0.370
Módulo de finura	2.776	2.774

b) Agua para el diseño

Cumple con la norma E - 060, la cual indica que el agua a ser usada para la elaboración de la mezcla deberá ser potable, para lo cual se recomienda usar agua de la red pública.

c) Cemento

Tipo I (Pacasmayo)		
P.específico	3090	
Fc' =	210	Kg/Cm2: Resistencia a los 28 días
Elemento estructural	columnas	
C° sin aire incorporado		
D. Estándar (σ) =	8	

d) Diseño

➤ Cálculo de Fcr'

$$F'_{cr} = F'_c + 1.34 * S \longrightarrow \text{(Formula 18)}$$

$$F'_{cr} = F'_c + 2.33 * S - 35 \longrightarrow \text{(Formula 19)}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad \text{(Formula 20)}$$

$$F'_{cr} = 220.72$$

➤ Selección del T.M.N del AG

El agregado grueso planteado proviene de la cantera Chuyabamba con un tamaño máximo nominal de 3/4”.

➤ **Selección del Slump:**

Se ha propuesto el diseño de mezcla para elementos estructurales columnas del proyecto “Mejoramiento de los ambientes de despacho parroquial de la catedral Todos los Santos de Chota”, por lo que el asentamiento (Slump) requerido es de 3” – 4”, según la Tabla 50.

➤ **Volumen unitario de agua (Litros/m3):**

Cantidad promedio de agua 204 litros, según tabla Walker que relaciona el tamaño máximo nominal del agregado grueso, perfil del agregado grueso y slump.

➤ **Relación: (A/C):** Usando la tabla 121, según resistencia y relación A/C

Fc	A/C
250.00	0.62
220.72	X
200.00	0.70

X =	0.6668
------------	---------------

➤ **Contenido de cemento (Kg):**

Al conocer la cantidad de agua y la relación A/C se calculó la cantidad de cemento en kg, para luego calcular la cantidad de bolsas.

Cemento (Kg) **305.917**

Nº bolsas **7.2**

➤ **Determinación del volumen total de la pasta (m3):**

V.abs. De cemento (m3):	0.099
V.abs. Agua de mezcla (m3):	0.204
V.abs. Aire atrapado (m3):	0.020
Sumatoria =	0.323

➤ **Determinación del volumen absoluto del agregado Fino y Grueso (m3):**

$$\text{Agregado Global} = 1 - 0.323 = \mathbf{0.677}$$

Datos:

T.M.N: AG	3/4 "
MF: AF	2.234
Cemento (Bolsas/m3):	7.2
Perfil:	Angular

Haciendo uso de la relación entre cantidad de bolsas de cemento, módulo de finura del agregado fino y el tamaño máximo nominal del agregado grueso se calculó la cantidad de agregado fino, según tabla Walker.

Cemento (Bolsas/m3):	AF
8.00	41.00
7.2	AF (%)
7.00	43.00

AF (%) =	0.426
AG (%) =	0.574

V.abs. De A. fino (m3): **0.288**

V.abs. De A. grueso (m3): **0.389**

➤ **Determinación de los pesos secos de los agregados y de los componentes de la mezcla.**

Conociendo los volúmenes absolutos del agregado grueso y fino, se procedió a calcular los pesos secos mediante el producto de volumen absoluto y peso específico de cada material.

Cemento (Kg): **305.017**

Agua (Litros): **204.000**

AF.seco(Kg): **744.075**

AG.seco(Kg): **1018.123**

➤ **Determinación de los pesos secos de los agregados reemplazando el 10% de residuos de teja artesanal y vidrio por agregado fino.**

De las conclusiones del estudio se determinó que el porcentaje óptimo de reemplazo fue el 10%, cuyo porcentaje se ha tomado para la elaboración del diseño propuesto.

Cemento (Kg): **305.917**

Agua (Litros): **205.000**

AF.seco(Kg): **669.667**

AG.seco(Kg): **1018.123**

Teja artesanal(Kg): **37.204**

Vidrio(Kg): **37.204**

➤ **Corrección por humedad:**

Cemento (Kg): **305.92**

AF.húmedo(Kg):	675.58
AG.húmedo(Kg):	1021.28
Teja artesanal(Kg):	37.31
Vidrio(Kg):	37.22

➤ **Aporte de agua de los materiales**

AF.húmedo(Kg):	-0.95
AG.húmedo(Kg):	-3.83
Teja artesanal(Kg):	-1.24
Vidrio(Kg):	-0.13
Total (Litros):	-6.14
Agua efectiva (Litros):	210.14

➤ **Proporcionamiento:**

	<i>Cemento</i>	<i>AF</i>	<i>AG</i>	<i>TA</i>	<i>V</i>	<i>AGUA</i>
<i>Peso</i>	<i>1</i>	<i>2.21</i>	<i>3.34</i>	<i>0.12</i>	<i>0.12</i>	<i>29.19</i>
<i>Volumen</i>	<i>1</i>	<i>2.32</i>	<i>3.61</i>	<i>0.16</i>	<i>0.12</i>	

Del diseño de mezclas se obtiene las cantidades en kilogramos de cada material por metro cubico los cuales son: 305.92 kg de cemento, agregado fino 675.58 kg, agregado grueso 1021.28 kg, teja artesanal 37.31kg y vidrio 37.22kg; por lo que las proporciones en peso son 1 : 2.21 : 3.34 : 0.12 : 0.12 y 29.19 litros de agua por m3.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la presente investigación se concluyó que: la influencia de los residuos de teja artesanal y vidrio en las propiedades físico – mecánicas del concreto incrementa significativamente su resistencia a compresión, también disminuye el ritmo de absorción para 5% y 10% de reemplazo por agregado fino, mejorando la calidad del concreto a largo plazo, además se analizó las propiedades físico – mecánicas de los residuos de teja artesanal y vidrio por separado, con la finalidad de mejorar el material mediante el tamizado, obteniendo un comportamiento adecuado en el diseño, evidenciado en la influencia positiva en las propiedades del concreto. Las conclusiones se detallan a continuación:

- A.** La resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido a los 28 días de edad presentó una tendencia de aumento con el 10% de reemplazo de residuos de teja artesanal y vidrio por agregado fino, llegando a 239.39 Kg/cm^2 , (109.17 % f'_c) con relación a la resistencia promedio del concreto patrón, para los demás porcentajes de reemplazo también se obtuvieron resultados positivos, pero con tendencias de aumento menores.
- B.** El concreto elaborado presentó resultados positivos en ensayos de ritmo de absorción ya que para la adición optima disminuye en 0.54% en base al concreto base, concluyendo que dichos materiales son adecuados para la elaboración de concretos, ya que mejorará su calidad a largo plazo.
- C.** Se analizó las propiedades físico-mecánicas de la teja artesanal y vidrio reciclado para su empleo en el concreto, para lo cual se realizaron todos los ensayos correspondientes de materiales mejorados mediante el tamizado, cumpliendo con los parámetros granulométricos requeridos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda elaborar un concreto con adición de residuos de teja artesanal y vidrio en reemplazo del agregado fino en porcentajes superiores al 30% para verificar el porcentaje máximo que se puede reemplazar sin afectar las propiedades físicas mecánicas del concreto, así como profundizar la investigación realizando ensayos alternos a los presentados en la presente investigación.

Se recomienda tomar en cuenta al momento de realizar el diseño de mezcla: realizar previos ensayos de los materiales cerámicos que se adicionan para verificar su porcentaje de absorción y el contenido de humedad del material, debido a que estos valores conllevan a variaciones de los volúmenes de agua en la mezcla y realizar una correcta corrección para poder tener una buena dosificación.

Se recomienda la adición del 10% de residuos de teja artesanal en reemplazo del agregado fino, ya que optimizan sus propiedades físico-mecánicas de manera positiva.

Se recomienda adicionar materiales cerámicos en reemplazo del agregado grueso para verificar su comportamiento y analizar su influencia dentro del concreto.

Se recomienda ampliar la investigación para evaluar a mayor profundidad la durabilidad del concreto elaborado con residuos de teja artesanal y vidrio para incentivar el aprovechamiento de residuos de construcción, demolición y remodelación de edificaciones para reducir la contaminación ambiental.

REFERENCIAS

- Abanto, F. (s.f). *Tecnología del concreto (Teoría y Problemas)*.
- Aldana, E. S. (2014). *Uso de material cerámico como material para curado interno en mezclas de concreto* [Tesis de posgrado, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/194/1/Aldana%20Barcinilla%2C%20Eder%20Samir%20-%202014.pdf>
- Almeida, J. B., & Trujillo, C. R. (2017). *Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9820>
- Arias, R. (2017). *Propiedades físico - mecánicas del hormigón elaborado con áridos reciclados* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13131>
- ASTM C 1585. (2004). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/332177802/Norma-ASTM-C-1585-04-EnEspanol>
- Coayla, Y., & Saire, F. D. (2016). *Evaluación de la resistencia a compresión del concreto con curado interno, elaborado con reemplazo del agregado pétreo por material cerámico* [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. Obtenido de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/720>
- Espinoza, K. (2019). *Evaluación del curado interno del concreto, empleando material cerámico en la mezcla del concreto* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. Obtenido de <https://1library.co/document/zpn0o37y-evaluacion-curado-interno-concreto-empleando-material-ceramico-concreto.html>
- Fernández, D. (2019). *Evaluación de las propiedades físicas - mecánicas de las tejas cerámicas artesanales y mecanizadas manufacturadas en Piñipampa – Cusco, 2018, según parámetros de las normas NTE INEN* [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. Obtenido de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/2800>

- Fernández, J. M. (2003). *El Vidrio*, [Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sociedad Española de Cerámica y Vidrio]. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=4GsNCPQRaTwC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Groover, M. P. (2007). *Fundamento de manufactura moderna*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/danielaltamar17/fundamentos-de-manufactura-moderna-3edi-groover-39032966>
- Güemes, A., & Martín, N. (2012). *Ciencia de materiales para ingenieros*. Obtenido de https://www.academia.edu/39486152/Ciencia_de_materiales_para_ingenieros
- Hidalgo, D., & Poveda, R. (2013). *Obtención de adoquines fabricados con vidrio reciclado como agregado* [Tesis de Licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6104>
- Huapaya, D., & Valdivia, J. (2019). *Uso de vidrio reciclado como adición en la elaboración de concreto $f'c=315$ kg/cm² para obras portuarias* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628257/Huapaya_TD.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- López, J. C. (2017). *Influencia del Vidrio Reciclado Provenientes de Residuos de Construcción, en las Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto en la Ciudad de Juliaca* [Tesis de pregrado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3790>
- Navarro, A. (2014). *Uso y fomento del árido reciclado en hormigón estructural como oportunidad de mejora medioambiental y económica. Aplicación a la comunidad autónoma de La Rioja* [Tesis de posgrado, Universidad de La Rioja]. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=43246>

- NTP 334.009. (2018). *CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos. MODIFICACIÓN TÉCNICA 1. 1ª Edición.* Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/buscadocdet.aspx?id=28454>
- NTP 339.034. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.* Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=22254>
- NTP 339.047. (2015). *CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados.* Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=21606>
- NTP 339.081. (2018). *CONCRETO. Método de ensayo volumétrico para determinar el contenido de aire del concreto fresco. 3ª Edición.* Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=25029>
- NTP 339.088. (2015). *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.* Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=21607>
- NTP 339.183. (2018). *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. 2ª Edición.* Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=26413>
- NTP 339.185. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2ª Edición.* Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=26415>
- NTP 400.012. (2018). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Edición.* Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=26423>
- NTP 400.017. (2016). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los*

agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009). Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=22884>

NTP 400.018. (2018). *Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 (N° 200) por lavado en agregados*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/428336447/NTP-400-018-2013-AGREGADOS-Metodo-Materiales-mas-finos-que-pasan-por-el-tamiz-N-200-por-lavado-en-agregados>

NTP 400.019. (2014). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles*. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=21454>

NTP 400.021. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3a Edición*. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=26427>

NTP 400.022. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3a Edición*. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/bibliotecadetalle.aspx?id=26426>

NTP 400.037. (2018). *AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. 4ª Edición*. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/bibliotecadetalle.aspx?id=25099>

Parker, H. (2008). *Diseño simplificado de concreto reforzado*. Obtenido de <https://civilfree.blogspot.com/2013/09/disenio-simplificado-de-concreto.html>

Peñañiel, D. A. (2016). *Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio molido en reemplazo parcial del agregado fino* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23038/1/Tesis%20%201011%20-%20Pe%C3%B1a%C3%B1iel%20Carrillo%20Daniela%20Alejandra.pdf>

- Portugal, B. P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Obtenido de <https://bookcivil.com/ciclo-basico/tecnologia-del-concreto-de-alto-desempeno-pablo-portugal/>
- Reilly, V., Bancrofft, R., & Ruiz, L. (2010). *Las tecnologías del concreto en su ciclo de vida*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112010000200004
- Rivera, G. A. (2011). *Tecnología del concreto y mortero*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>
- Rivera, G. A. (s.f). *Concreto simple*. Obtenido de <https://inforcivilonline.wordpress.com/2015/05/23/concreto-simple-ing-gerardo-a-rivera-l/>
- Rivera, A.D. (2018). Diseño del concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con vidrio molido (sódico cálcico) como reemplazo del agregado fino, para mejorar la resistencia a la compresión [Tesis de pregrado, Universidad Cesa Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35134>
- Rivva, E. (2004). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/124675610/Naturaleza-y-Materiales-Del-Concreto-Enrique-Riva>
- Robayo, R., Mejía, R., & Mulford Carvajal, A. (2016). *Producción de elementos constructivos a partir de residuos de ladrillo activados alcalinamente*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfing/v25n43/v25n43a02.pdf>
- Silva, C. (2017). *Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento y transformación de residuos de construcción en agregado de concreto*[Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9389/SILVA_C

ARMEN_PLANTA_TRATAMIENTO_RESIDUOS_CONSTRUCCION.pdf;jsessionid=47683EDDBB7F2F4E92715ED7141E33F6?sequence=1

Silvestre, A. (2017). *Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17082/ANALISIS%20DE%20MEZCLAS%20DE%20CONCRETO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

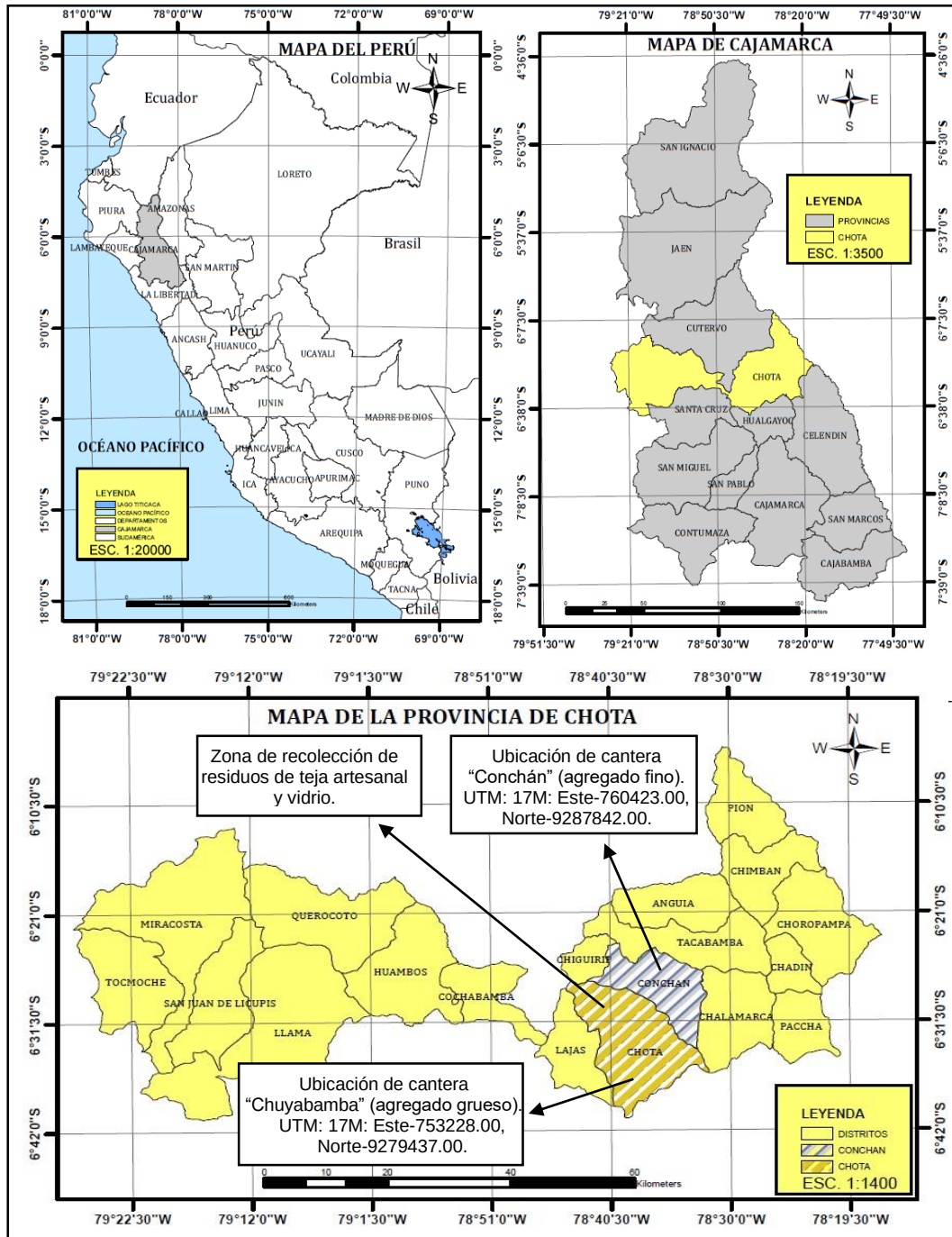
Smith, W., & Hashemi, J. (2006). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. Obtenido de https://www.academia.edu/21571707/Fundamentos_de_la_ciencia_e_ingenier%C3%A1da_de_materiales_4th_Edition_Fundamentos_de_la_ciencia_e_ingenier%C3%A1da_de_materiales_P%C3%A1gina_1_de_5

Walhoff, G. (2017). *Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca-2016* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Obtenido de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2120/T033_46910453_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=cemento%2C%20no%20se%20logra%20una,concreto%20convencional%2C%20Barranca%2D2016.&text=cemento%2C%20no%20se%20logra%20una,concreto%20convencion

ANEXOS

Mapa de ubicación geográfica de la investigación

Mapa de ubicación de las zonas de extracción de los agregados utilizados en la investigación.



Nota: El estudio se basó en el distrito de Chota y Conchán (2019).

Panel fotográfico

Figura 24

Proceso de chancado del agregado grueso para obtener el diámetro requerido.



Nota: Cantera ubicada en el centro poblado Chuyabamba (01/10/2019).

Figura 25

Residuos de teja artesanal provenientes de demoliciones de viviendas.



Nota: Residuos de calles céntricas del distrito de Chota (15/09/2019).

Figura 26

Residuos de teja artesanal provenientes de demoliciones de viviendas.



Nota: Residuos de botaderos del distrito de Chota (15/09/2019).

Figura 27

Traslado de residuos de vidrio.



Nota: Obtenidos de vidrierías del distrito de Chota (18/09/2019).

Figura 28

Tamizado de la teja artesanal y vidrio para obtener el tamaño máximo deseado.



Nota: Diámetro máximo de la teja artesanal y vidrio reciclado fue de 4.75 mm (07/10/2019).

Figura 29

Realizando el cuarteado del agregado grueso (piedra chancada)



Nota: Se realiza varias veces el cuarteado para homogenizar el material (11/10/2019)

Figura 30

Realizando el varillado para el ensayo de peso unitario variado del agregado grueso.



Nota: Se procede con 25 golpes por cada tercio del volumen del molde (24/10/2019).

Figura 31

Realizando el varillado para el ensayo de peso unitario variado de la teja artesanal.



Nota: Se procede con 25 golpes por cada tercio del volumen del molde (22/11/2019).

Figura 32

Realizando el varillado para el ensayo de peso unitario variado del vidrio.



Nota: Se procede con 25 golpes por cada tercio del volumen del molde (22/11/2019).

Figura 33

Ubicación de los tamices en el tamizador para realizar el tamizado respectivo.



Nota: El tiempo de tamizado máximo es de 10 minutos (10/10/2019).

Figura 34

Verificación de muestra para ensayo de peso específico y absorción de agregado fino.



Nota: Ensayo con cono y pisón para peso específico y absorción (16/10/2019).

Figura 35

Muestra de teja artesanal apropiada para realizar el ensayo de peso específico y absorción.



Nota: Verificación previa al ensayo de específico y absorción (12/11/2019).

Figura 36

Extracción de muestra saturada de agregado grueso para ensayo de peso específico y absorción.



Nota: Saturación de agregado grueso durante 24 horas para ensayo (21/10/2019).

Figura 37

Retiro de muestra de agregado grueso de la estufa para el pesado – peso específico.



Nota: Configuración de estufa 110 °C (21/10/2019).

Figura 38

Recojo del agregado grueso de la máquina de los ángeles transcurridos las 500 RPM.



Nota: Se realizó mediante el método B con 11 esferas según la norma (28/10/2019).

Figura 39

Realizando el tamizado del agregado grueso luego de la extracción de la máquina de los ángeles.



Nota: Se realizó el tamizado en la malla # 12 según norma (28/10/2019).

Figura 40

Lavado de la teja artesanal en el ensayo del porcentaje de finos que pasa la malla #200.



Nota: Se realizó el lavado hasta visualizar una agua transparente (25/11/2019).

Figura 41

Realizando el lavado del vidrio en el ensayo del porcentaje de finos que pasa la malla #200.



Nota: Se realizó el lavado hasta visualizar una agua transparente (25/11/2019).

Figura 42

Probetas para la realización de ensayo de ritmo de absorción del concreto.



Nota: Para el ensayo se toma la tercera parte central de cada probeta (07/01/2020).

Figura 43

Rotura de probetas ensayadas a compresión.



Nota: Se tomó en cuenta la distribución de carga en el área de contacto (04/02/2020).

Figura 44

Rotura de probetas ensayadas a compresión.



Nota: Se tomó en cuenta la previa configuración de la prensa con el asesoramiento del técnico de laboratorio (12/02/2020).

Figura 45

Rotura de probetas ensayadas a compresión



Nota: Ensayos realizados en laboratorio externo (18/02/2020).

Certificado de calidad del cemento



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle 10 de mayo N° 115 Edif. 33 Vicos de Monserrate Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 965 Pacasmayo - La Libertad
Telfonos 417 - 4484



G-CC-8-44
Versión 04

Planta: Pacasmayo

Cemento Portland Tipo I

11 de Diciembre de 2019

Periodo de despacho 01 de Noviembre de 2019 - 30 de Noviembre de 2019

REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	1.9
SO ₃ (%)	3.0 máx.	2.8
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.1
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.6

FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	7
Superficie específica (cm ² /g)	2600 mín.	3952
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.05
Densidad (g/mL)	A	3.09
Resistencia a la compresión mín. (MPa)		
1 día	A	15.2
3 días	12.0	29.4
7 días	19.0	36.0
28 días ^{III}	28.0	44.0
Tiempo de fraguado, minutos, Vical		
Inicial, no menor que:	45	146
Final, no mayor que:	375	244

A. No especifica.

^{III} Requisito opcional.

La resistencia a 28 días correspondiente al tipo de Gobierno del 2009.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.2016.

Ing. Dennis R. Rivas Lavado
Superintendente de Control de Calidad

PAZMANDINA S.A.C.
José María Beltrán
Gerente General

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Este documento acredita la conformidad total o parcial de uno o más productos con la Norma Técnica de Cementos Pacasmayo S.A.A.

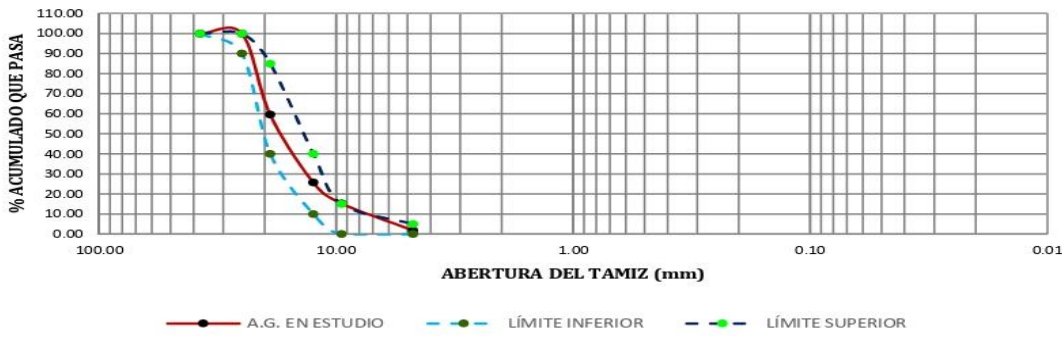
Formatos con el procesamiento de datos de los ensayos realizados a los agregados, certificados por el encargado del laboratorio.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 	
INFORME DE ENSAYO	
Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	
ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca
PESO DE LA MUESTRA:	8018.10 gr
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00
FECHA:	11/10/2019

N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
2"	50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.4 mm	3240.50 gr	40.41%	40.41%	59.59%
3/4"	19.0 mm	2712.00 gr	33.82%	74.24%	25.76%
1/2"	12.7 mm	840.40 gr	10.48%	84.72%	15.28%
3/8"	9.51 mm	1079.70 gr	13.47%	98.19%	1.81%
#4	4.76 mm	145.50 gr	1.81%	100.00%	0.00%
Fondo	-----	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		8018.10 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		3/4"	MF:		2.23

CURVA GRANULOMÉTRICA



—●— A.G. EN ESTUDIO
 - - - ● - - - LÍMITE INFERIOR
 - - - ● - - - LÍMITE SUPERIOR

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado grueso tal cual se extrajo de la cantera. No cumple con la normativa en el diámetro 3/8".



Alex Ricardo Cieza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio



CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	8018.20 gr				
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00				
FECHA:	11/10/2019				
N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
2"	50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.4 mm	2547.60 gr	31.77%	31.77%	68.23%
3/4"	19.0 mm	2905.10 gr	36.23%	68.00%	32.00%
1/2"	12.7 mm	1090.30 gr	13.60%	81.60%	18.40%
3/8"	9.51 mm	1364.80 gr	17.02%	98.62%	1.38%
#4	4.76 mm	110.40 gr	1.38%	100.00%	0.00%
Fondo	-----	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		8018.20 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		3/4"	MF:		2.12

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado grueso tal cual se extrajo de la cantera. No cumple con la normativa en el diámetro 3/8".

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CATALINA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



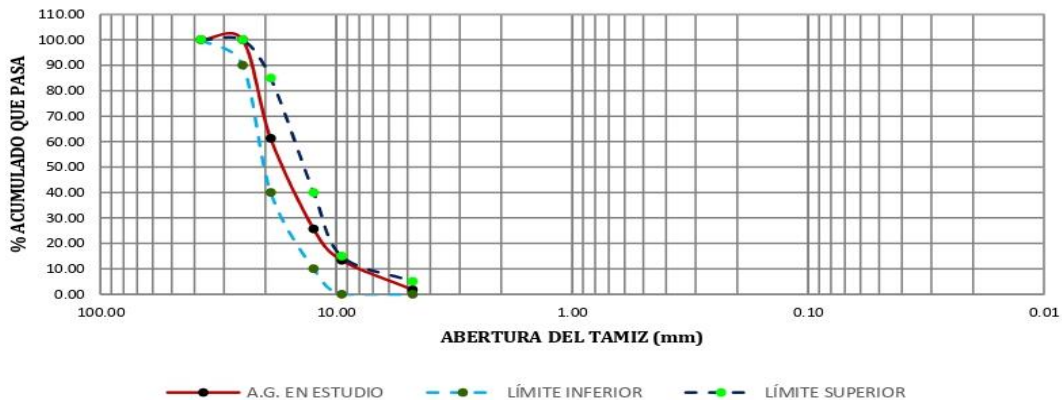
LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

ORIGEN:		Chota – Chota - Cajamarca			
PESO DE LA MUESTRA:		8018.30 gr			
ENSAYADO POR:		Elar Percy Cueva Medina			
NORMA TÉCNICA:		NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)			
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):					0.00
FECHA:		11/10/2019			
N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
2"	50 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
1 1/2"	37.5 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
1"	25.4 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
3/4"	19.0 mm	3110.50 gr	38.79%	38.79%	61.21%
1/2"	12.7 mm	2849.40 gr	35.54%	74.33%	25.67%
3/8"	9.51 mm	988.20 gr	12.32%	86.65%	13.35%
#4	4.76 mm	928.40 gr	11.58%	98.23%	1.77%
Fondo	-----	141.80 gr	1.77%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		8018.30 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		3/4"	MF:		2.24

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado grueso tal cual se extrajo de la cantera. Cumple con la normativa.

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

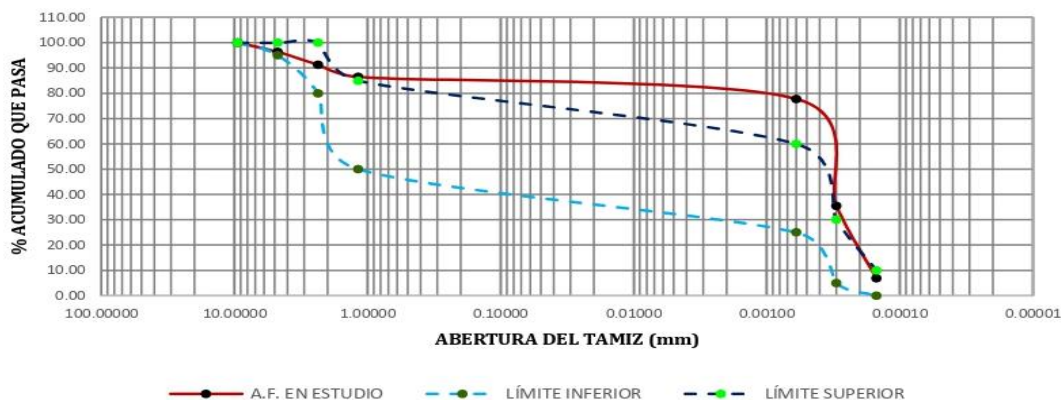
INFORME DE ENSAYO



Análisis Granulométrico del Agregado Fino

ORIGEN:	Conchán – Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	10/10/2019				
N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
# 4	4.75 mm	36.30 gr	3.63%	3.63%	96.37%
# 8	2.36 mm	50.80 gr	5.08%	8.71%	91.29%
# 16	1.18 mm	48.40 gr	4.84%	13.55%	86.45%
# 30	600.00 um	86.70 gr	8.67%	22.22%	77.78%
# 50	300.00 um	422.90 gr	42.29%	64.51%	35.49%
# 100	150.00 um	286.40 gr	28.64%	93.15%	6.85%
Fondo	-----	68.50 gr	6.85%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		#4	MF:		2.058

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado fino tal cual se extrajo de la cantera. No cumple con la normativa en las mallas #16, #30 y #50.

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio



CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

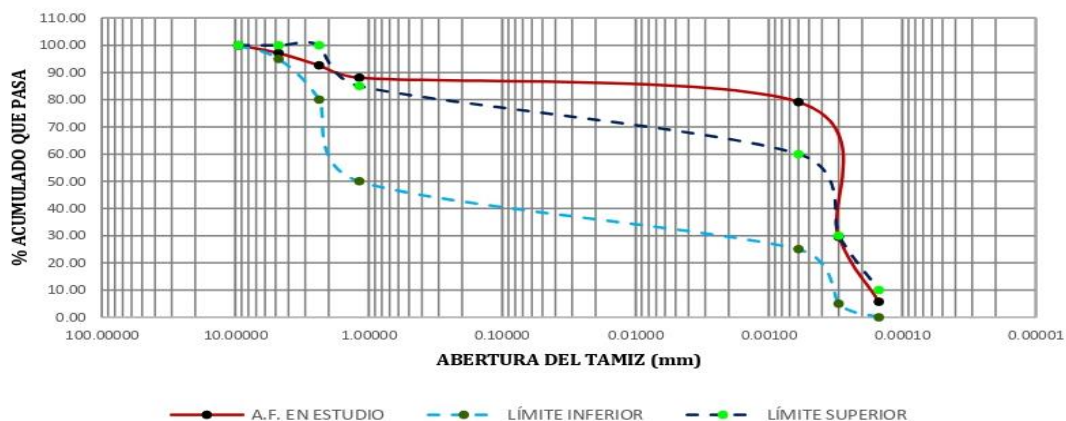
INFORME DE ENSAYO



Análisis Granulométrico del Agregado Fino

ORIGEN:	Conchán – Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	10/10/2019				
N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
# 4	4.75 mm	29.10 gr	2.91%	2.91%	97.09%
# 8	2.36 mm	44.40 gr	4.44%	7.35%	92.65%
# 16	1.18 mm	45.80 gr	4.58%	11.93%	88.07%
# 30	600.00 um	89.50 gr	8.95%	20.88%	79.12%
# 50	300.00 um	495.70 gr	49.57%	70.45%	29.55%
# 100	150.00 um	238.80 gr	23.88%	94.33%	5.67%
Fondo	-----	56.70 gr	5.67%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		#4	MF:		2.079

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado fino tal cual se extrajo de la cantera. No cumple con la normativa en las mallas #16 y #30.

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



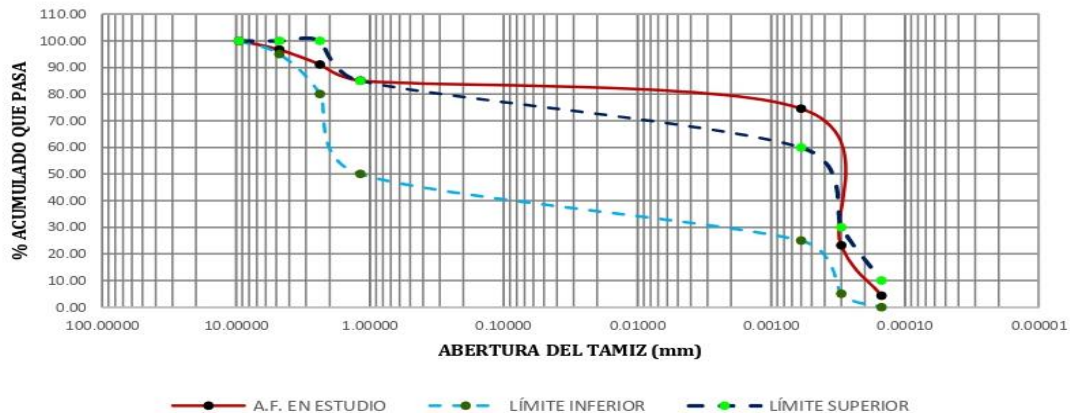
LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Análisis Granulométrico del Agregado Fino

ORIGEN:	Conchán – Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.01 %				
FECHA:	10/10/2019				
N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
# 4	4.75 mm	33.40 gr	3.34%	3.34%	96.66%
# 8	2.36 mm	55.30 gr	5.53%	8.87%	91.13%
# 16	1.18 mm	60.60 gr	6.06%	14.93%	85.07%
# 30	600.00 um	104.90 gr	10.49%	25.42%	74.58%
# 50	300.00 um	513.40 gr	51.35%	76.77%	23.23%
# 100	150.00 um	188.80 gr	18.88%	95.65%	4.35%
Fondo	-----	43.50 gr	4.35%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		#4	MF:		2.25

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado fino tal cual se extrajo de la cantera. No cumple con la normativa en las mallas #16 y #30.

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad
Total Evaporable del Agregado Grueso por secado**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 4000 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.185: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	18/12/2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	254.90 gr	113.70 gr	254.90 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	4254.90 gr	4113.70 gr	4254.90 gr
Peso del recipiente + muestra seca	4241.20 gr	4101.40 gr	4243.80 gr
Peso de la muestra húmeda	4000.00 gr	4000.00 gr	4000.00 gr
Peso de la muestra seca	3986.30 gr	3987.70 gr	3988.90 gr
Peso del agua	13.70 gr	12.30 gr	11.10 gr
Contenido de humedad	0.34%	0.31%	0.28%
Contenido de humedad (Promedio)	0.31 %		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado grueso tal cual se extrajo de la cantera.

Alex Ricardo Cieza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CATALINA E. BENAVIDES NUNEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad
 Total Evaporable del Agregado Fino por secado**

ORIGEN:	Conchán – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 1000 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.185: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	18/12/2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	90.80 gr	95.00 gr	90.80 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	1090.80 gr	1095.00 gr	1090.80 gr
Peso del recipiente + muestra seca	1080.25 gr	1084.10 gr	1079.98 gr
Peso de la muestra húmeda	1000.00 gr	1000.00 gr	1000.00 gr
Peso de la muestra seca	989.45 gr	989.10 gr	989.18 gr
Peso del agua	10.55 gr	10.90 gr	10.82 gr
Contenido de humedad	1.07%	1.10%	1.09%
Contenido de humedad (Promedio)	1.09 %		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado fino tal cual se extrajo de la cantera.

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILYA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Método de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales más Finos que Pasan por el Tamiz Normalizado 75 μm (N.º 200) por Lavado en el Agregado Grueso

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 2000 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.018: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	25/10/2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	888.80 gr	888.60 gr	888.90 gr
Peso del recipiente + muestra	3888.80 gr	3888.60 gr	3888.90 gr
Peso seco de la muestra	3000.00 gr	3000.00 gr	3000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	3865.80 gr	3865.40 gr	3863.80 gr
Peso seco de la muestra ensayada	2977.00 gr	2976.80 gr	2974.90 gr
Material que pasa la malla # 200	23.00 gr	23.20 gr	25.10 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	0.77%	0.77%	0.84%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	0.79%		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado grueso tal cual se extrajo de la cantera.

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales más
Finos que Pasan por el Tamiz Normalizado 75 μ m (N.º 200) por
Lavado en el Agregado Fino**

ORIGEN:	Conchán – Chota Cajamarca
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 2000 gr
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.018: 2013 (Revisada 2018)
FECHA:	25/10/2019

Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	498.60 gr	1646.20 gr	1657.30 gr
Peso del recipiente + muestra	2498.60 gr	3646.20 gr	3657.30 gr
Peso seco de la muestra	2000.00 gr	2000.00 gr	2000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	2372.20 gr	3519.40 gr	3529.10 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1873.60 gr	1873.20 gr	1871.80 gr
Material que pasa la malla # 200	126.40 gr	126.80 gr	128.20 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	6.32%	6.34%	6.41%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	6.36%		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado fino tal cual se extrajo de la cantera.

Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar el Peso
Específico del Agregado Grueso**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 5000 gr como mínimo.		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.021: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	21, 22 y 23 /10/2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	880.00 gr	298.50 gr	185.20 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5923.90 gr	5347.00 gr	5197.70 gr
Peso de la muestra seca en el aire	5043.90 gr	5048.50 gr	5012.50 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5957.80 gr	5383.70 gr	5230.60 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	5077.80 gr	5085.20 gr	5045.40 gr
Peso en el agua de la muestra saturada	3165.70 gr	3172.20 gr	3117.70 gr
Peso final de la muestra + recipiente	5873.60 gr	5312.90 gr	5143.00 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	4993.60 gr	5014.40 gr	4957.80 gr
Densidad del agua	0.999 gr/cm3	0.999 gr/cm3	0.999 gr/cm3
Peso específico de masa (pem)	2.63 gr/cm3	2.64 gr/cm3	2.60 gr/cm3
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.65 gr/cm3	2.65 gr/cm3	2.61 gr/cm3
Peso específico aparente (Pea)	2.68 gr/cm3	2.69 gr/cm3	2.64 gr/cm3
Peso específico de masa (pem) Promedio	2.62 gr/cm3		
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS) Promedio	2.64 gr/cm3		
Peso específico aparente (Pea) Promedio	2.67 gr/cm3		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado grueso tal cual se extrajo de la cantera.

Alex Ricardo Cieza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 175824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción
del Agregado Grueso**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 5000 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.021: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	21, 22 y 23 /10/2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	880.00 gr	298.50 gr	185.20 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5923.90 gr	5347.00 gr	5197.70 gr
Peso de la muestra seca en el aire	5043.90 gr	5048.50 gr	5012.50 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5957.80 gr	5383.70 gr	5230.60 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	5077.80 gr	5085.20 gr	5045.40 gr
Peso final de la muestra + recipiente	5873.60 gr	5312.90 gr	5143.00 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	4993.60 gr	5014.40 gr	4957.80 gr
Absorción (Ab)	0.67%	0.73%	0.66%
Absorción (Ab) Promedio	0.69%		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado grueso tal cual se extrajo de la cantera.

Alex Ricardo Cieza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILYA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar el Peso
Específico del Agregado Fino**

ORIGEN:	Conchán – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	14, 15 y 16/10/2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la fiola (500 ml)	182.80 gr	182.80 gr	182.80 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	680.40 gr	680.40 gr	680.40 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	988.60 gr	988.70 gr	989.80 gr
Peso de la tara	498.50 gr	498.50 gr	498.50 gr
Peso final de la muestra + tara	993.80 gr	992.80 gr	993.70 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	495.30 gr	494.30 gr	495.20 gr
Densidad del agua	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno)	2.58 gr/cm ³	2.58 gr/cm ³	2.59 gr/cm ³
Peso específico (Saturada superficialmente seca)	2.60 gr/cm ³	2.61 gr/cm ³	2.62 gr/cm ³
Peso específico aparente	2.64 gr/cm ³	2.65 gr/cm ³	2.66 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno) Promedio	2.58 gr/cm ³		
Peso específico (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.61 gr/cm ³		
Peso específico aparente (Promedio)	2.65 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado fino tal cual se extrajo de la cantera.

Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción
del Agregado Fino**

ORIGEN:	Conchán – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	14, 15 y 16/10/2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la tara	498.50 gr	498.50 gr	498.50 gr
Peso final de la muestra + tara	993.80 gr	992.80 gr	993.70 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	495.30 gr	494.30 gr	495.20 gr
Absorción (Ab)	0.95%	1.15%	0.97%
Absorción (Ab) promedio	1.02%		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado fino tal cual se extrajo de la cantera.

Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO



Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por Unidad de Volumen o Densidad ("Peso Unitario") del Agregado Grueso

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.017: 2011 (Revisada 2016)		
FECHA:	24/10/2019		
Peso Unitario Suelto			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	4.66 kg	4.66 kg	4.66 kg
Peso del molde + material	17.36 kg	17.40 kg	17.15 kg
Volumen del molde	0.0092 m ³	0.0092 m ³	0.0092 m ³
Peso del material	12.70 kg	12.74 kg	12.49 kg
Densidad de masa	1379.89 kg/m ³	1388.25 kg/m ³	1360.99 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1376.38 kg/m ³		
Peso Unitario Variado			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	4.66 kg	4.66 kg	4.66 kg
Peso del molde + material	18.74 kg	18.75 kg	18.74 kg
Volumen del molde	0.0092 m ³	0.0092 m ³	0.0092 m ³
Peso del material	14.08 kg	14.09 kg	14.08 kg
Densidad de masa	1534.86 kg/m ³	1535.95 kg/m ³	1534.32 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1535.05 kg/m ³		
OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado grueso tal cual se extrajo de la cantera.			


Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por
Unidad de Volumen o Densidad (“Peso Unitario”) del Agregado
Fino**

ORIGEN:	Conchán – Chota - Cajamarca
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.017: 2011 (Revisada 2016)
FECHA:	25/10/2019

Peso Unitario Suelto

Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	5.64 kg	5.65 kg	5.65 kg
Volumen del molde	0.0028 m ³	0.0028 m ³	0.0028 m ³
Peso del material	3.99 kg	4.01 kg	4.00 kg
Densidad de masa	1412.35 kg/m ³	1418.58 kg/m ³	1415.22 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1415.38 kg/m ³		

Peso Unitario Variado

Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	6.12 kg	6.07 kg	6.14 kg
Volumen del molde	0.0028 m ³	0.0028 m ³	0.0028 m ³
Peso del material	4.47 kg	4.42 kg	4.50 kg
Densidad de masa	1583.17 kg/m ³	1564.98 kg/m ³	1591.95 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1580.03 kg/m ³		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado fino tal cual se extrajo de la cantera.

Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES
Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176624
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Resistencia
a la Degradación en el Agregado Grueso por Abrasión e
Impacto en la Máquina de Los Ángeles**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.019: 2014 (Revisada 2019)		
FECHA:	28/10/2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	85.70 gr	85.70 gr	85.70 gr
Peso del recipiente + muestra de 1/2"	2585.70 gr	2585.70 gr	2585.70 gr
Peso del recipiente + muestra de 3/8"	2585.70 gr	2585.70 gr	2585.70 gr
Peso del recipiente + muestra inicial (Después del secado)	5085.70 gr	5085.70 gr	5085.70 gr
Muestra inicial (Después del secado)	5000.00 gr	5000.00 gr	5000.00 gr
Peso de muestra seca que no pasa el tamiz #12, después del lavado + recipiente	3791.50 gr	3794.40 gr	3786.80 gr
Peso de muestra seca que no pasa el tamiz #12, después del lavado	3705.80 gr	3708.70 gr	3701.10 gr
Peso de muestra seca que pasa el tamiz #12, después del lavado.	1294.20 gr	1291.30 gr	1298.90 gr
Pérdida	25.88%	25.83%	25.98%
Pérdida (Promedio)	25.90 %		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó al agregado grueso tal cual se extrajo de la cantera. Se utilizó la gradación B tal como se indica en la normativa indicada anteriormente.

Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

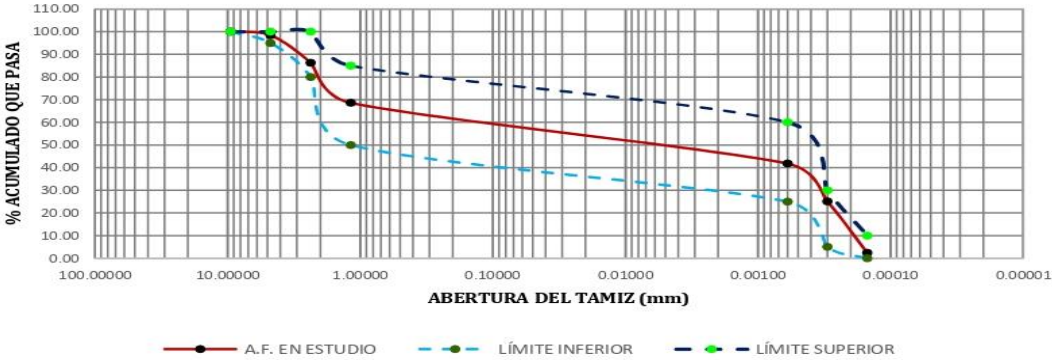
Formatos con el procesamiento de datos de los ensayos realizados a la teja artesanal triturada, certificados por el encargado del laboratorio.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 	
INFORME DE ENSAYO	
Análisis Granulométrico de la Teja Artesanal	
ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %
FECHA:	04/11/2019

N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	15.80 gr	1.58%	1.58%	98.42%
# 8	2.36 mm	121.50 gr	12.15%	13.73%	86.27%
# 16	1.18 mm	176.80 gr	17.68%	31.41%	68.59%
# 30	600.00 um	268.30 gr	26.83%	58.24%	41.76%
# 50	300.00 um	167.40 gr	16.74%	74.98%	25.02%
# 100	150.00 um	226.40 gr	22.64%	97.62%	2.38%
Fondo	-----	23.80 gr	2.38%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:		2.776

CURVA GRANULOMÉTRICA



—●— A.F. EN ESTUDIO
 - - - ● - - - LÍMITE INFERIOR
 - - - ● - - - LÍMITE SUPERIOR

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de teja artesanal triturada, al ser tamizado previo al ensayo cumple con los parámetros establecidos en la NTP.



Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio



CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



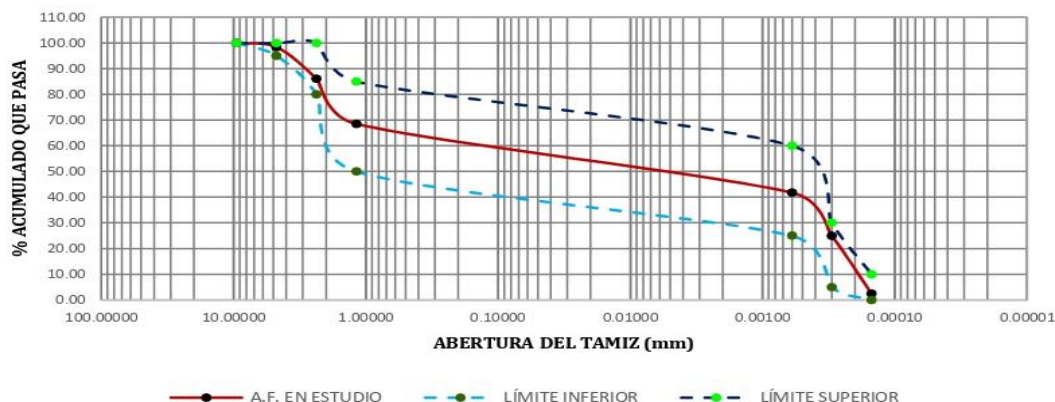
LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Análisis Granulométrico de la Teja Artesanal

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	04/11/2019				
N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	15.90 gr	1.59%	1.59%	98.41%
# 8	2.36 mm	123.40 gr	12.34%	13.93%	86.07%
# 16	1.18 mm	175.60 gr	17.56%	31.49%	68.51%
# 30	600.00 um	267.70 gr	26.77%	58.26%	41.74%
# 50	300.00 um	168.20 gr	16.82%	75.08%	24.92%
# 100	150.00 um	224.90 gr	22.49%	97.57%	2.43%
Fondo	-----	24.30 gr	2.43%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:		2.779

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de teja artesanal triturada, al ser tamizado previo al ensayo cumple con los parámetros establecidos en la NTP.

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

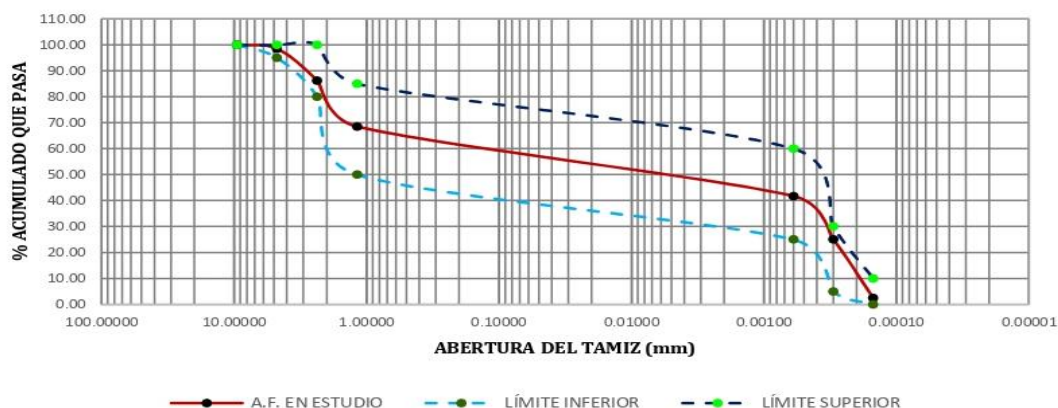
INFORME DE ENSAYO



Análisis Granulométrico de la Teja Artesanal

ORIGEN:		Chota – Chota - Cajamarca			
PESO DE LA MUESTRA:		1000 gr			
ENSAYADO POR:		Elar Percy Cueva Medina			
NORMA TÉCNICA:		NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)			
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):		0.00 %			
FECHA:		04/11/2019			
N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	14.80 gr	1.48%	1.48%	98.52%
# 8	2.36 mm	122.50 gr	12.25%	13.73%	86.27%
# 16	1.18 mm	177.30 gr	17.73%	31.46%	68.54%
# 30	600.00 um	268.10 gr	26.81%	58.27%	41.73%
# 50	300.00 um	166.90 gr	16.69%	74.96%	25.04%
# 100	150.00 um	225.40 gr	22.54%	97.50%	2.50%
Fondo	-----	25.00 gr	2.50%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:		2.774

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de teja artesanal triturada, al ser tamizado previo al ensayo cumple con los parámetros establecidos en la NTP.

Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CATALINA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad
Total Evaporable de la Teja Artesanal por secado

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 1000 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.185: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	05/01/2020		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	270.50 gr	271.00 gr	270.70 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	1270.50 gr	1271.00 gr	1270.70 gr
Peso del recipiente + muestra seca	1268.20 gr	1267.70 gr	1268.00 gr
Peso de la muestra húmeda	1000.00 gr	1000.00 gr	1000.00 gr
Peso de la muestra seca	997.70 gr	996.70 gr	997.30 gr
Peso del agua	2.30 gr	3.30 gr	2.70 gr
Contenido de humedad	0.23%	0.33%	0.27%
Contenido de humedad (Promedio)	0.28 %		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de teja artesanal triturada tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.


Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Método de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales más Finos que Pasan por el Tamiz Normalizado 75 μ m (N.º 200) por Lavado en la Teja Artesanal

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 2000 gr
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.018: 2013 (Revisada 2018)
FECHA:	25/11/2019

Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	298.50 gr	298.50 gr	298.50 gr
Peso del recipiente + muestra	2298.50 gr	2298.50 gr	2298.50 gr
Peso seco de la muestra	2000.00 gr	2000.00 gr	2000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	2245.70 gr	2248.20 gr	2247.90 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1947.20 gr	1949.70 gr	1949.40 gr
Material que pasa la malla # 200	52.80 gr	50.30 gr	50.60 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	2.64%	2.52%	2.53%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	2.56%		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de teja artesanal triturada tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar el Peso
Específico de la Teja Artesanal**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	11, 12 y 13/11/2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la fiola (500 ml)	140.00 gr	140.00 gr	140.00 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	638.30 gr	638.40 gr	638.30 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	915.40 gr	916.10 gr	915.60 gr
Peso de la tara	145.90 gr	145.90 gr	145.90 gr
Peso final de la muestra + tara	627.10 gr	628.60 gr	629.90 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	481.20 gr	482.70 gr	484.00 gr
Densidad del agua	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno)	2.16 gr/cm ³	2.17 gr/cm ³	2.17 gr/cm ³
Peso específico (Saturada superficialmente seca)	2.24 gr/cm ³	2.25 gr/cm ³	2.24 gr/cm ³
Peso específico aparente	2.35 gr/cm ³	2.35 gr/cm ³	2.34 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno) Promedio	2.17 gr/cm ³		
Peso específico (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.24 gr/cm ³		
Peso específico aparente (Promedio)	2.35 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de teja artesanal triturada tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.

Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción
de la Teja Artesanal**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	11, 12 y 13/11/2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la tara	145.90 gr	145.90 gr	145.90 gr
Peso final de la muestra + tara	627.10 gr	628.60 gr	629.90 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	481.20 gr	482.70 gr	484.00 gr
Absorción (Ab)	3.91%	3.58%	3.31%
Absorción (Ab) promedio	3.60%		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de teja artesanal triturada tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.

Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por
Unidad de Volumen o Densidad (“Peso Unitario”) de la Teja
Artesanal**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.017: 2011 (Revisada 2016)
FECHA:	22/11/2019

Peso Unitario Suelto

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	4.75 kg	4.76 kg	4.76 kg
Volumen del molde	0.0028 m ³	0.0028 m ³	0.0028 m ³
Peso del material	3.10 kg	3.11 kg	3.11 kg
Densidad de masa	1098.38 kg/m ³	1101.92 kg/m ³	1100.33 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1100.21 kg/m ³		

Peso Unitario Variado

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	5.06 kg	5.08 kg	5.07 kg
Volumen del molde	0.0028 m ³	0.0028 m ³	0.0028 m ³
Peso del material	3.41 kg	3.43 kg	3.42 kg
Densidad de masa	1208.09 kg/m ³	1215.17 kg/m ³	1211.80 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1211.69 kg/m ³		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de teja artesanal triturada tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.

Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

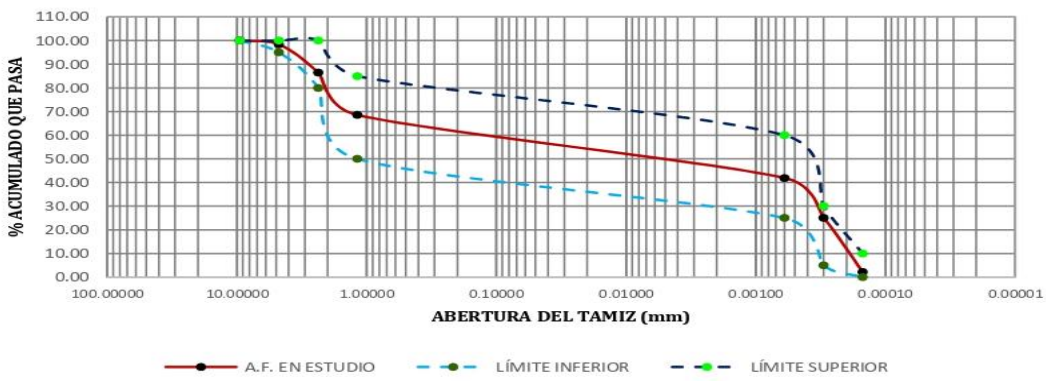
Formatos con el procesamiento de datos de los ensayos realizados al vidrio triturado, certificados por el encargado del laboratorio.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 	
INFORME DE ENSAYO	
Análisis Granulométrico del Vidrio	
ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %
FECHA:	07/11/2019

N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	16.20 gr	1.62%	1.62%	98.38%
# 8	2.36 mm	119.10 gr	11.91%	13.53%	86.47%
# 16	1.18 mm	179.30 gr	17.93%	31.46%	68.54%
# 30	600.00 um	266.20 gr	26.62%	58.08%	41.92%
# 50	300.00 um	168.70 gr	16.87%	74.95%	25.05%
# 100	150.00 um	229.10 gr	22.91%	97.86%	2.14%
Fondo	-----	21.40 gr	2.14%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:	2.775	

CURVA GRANULOMÉTRICA



—●— A.F. EN ESTUDIO
 - - - ● - - - LÍMITE INFERIOR
 - - - ● - - - LÍMITE SUPERIOR

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de vidrio triturado tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.



Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
Resp. Laboratorio



CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

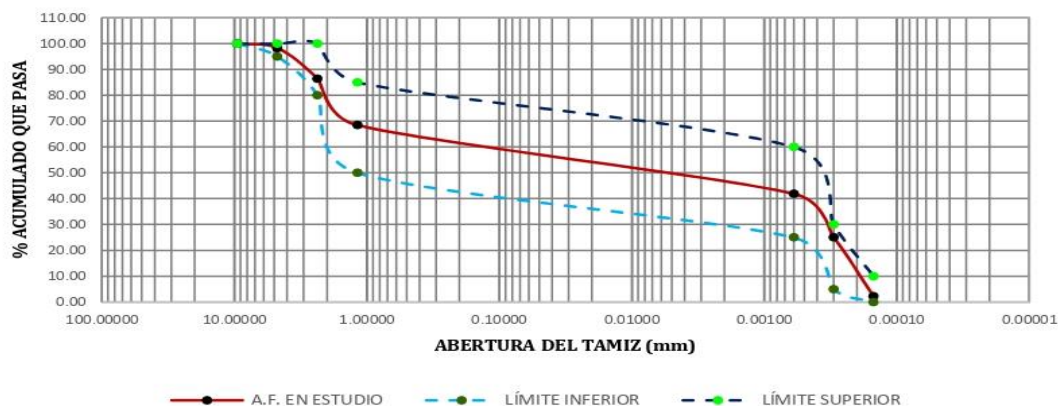
INFORME DE ENSAYO

Análisis Granulométrico del Vidrio



ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	07/11/2019				
N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	16.80 gr	1.68%	1.68%	98.32%
# 8	2.36 mm	118.50 gr	11.85%	13.53%	86.47%
# 16	1.18 mm	180.10 gr	18.01%	31.54%	68.46%
# 30	600.00 um	265.90 gr	26.59%	58.13%	41.87%
# 50	300.00 um	167.80 gr	16.78%	74.91%	25.09%
# 100	150.00 um	228.60 gr	22.86%	97.77%	2.23%
Fondo	-----	22.30 gr	2.23%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:		2.776

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de vidrio triturado tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

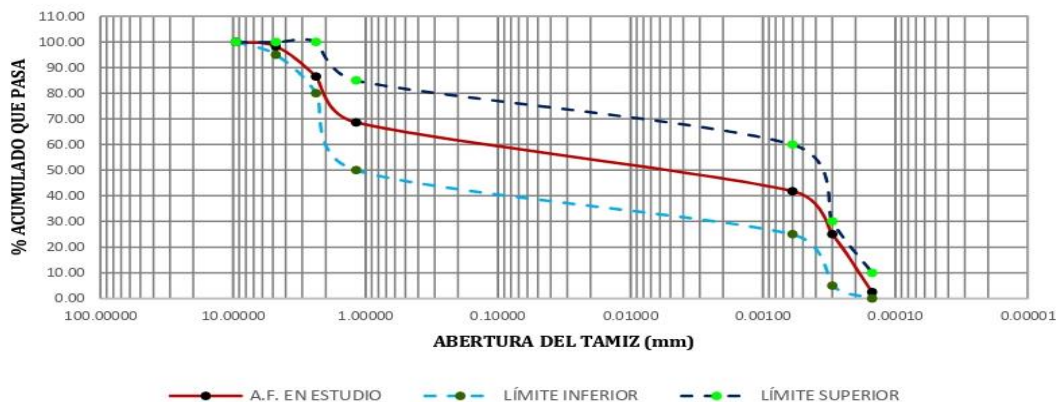
INFORME DE ENSAYO

Análisis Granulométrico del Vidrio



ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018)				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	07/11/2019				
N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
# 4	4.75 mm	1.72%	1.72%	98.28%	1.72%
# 8	2.36 mm	11.78%	13.50%	86.50%	11.78%
# 16	1.18 mm	17.85%	31.35%	68.65%	17.85%
# 30	600.00 um	26.82%	58.17%	41.83%	26.82%
# 50	300.00 um	16.74%	74.91%	25.09%	16.74%
# 100	150.00 um	22.68%	97.59%	2.41%	22.68%
Fondo	-----	2.41%	100.00%	0.00%	2.41%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	100.00%	-----	-----
TMN:		#4	MF:		2.772

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de vidrio triturado tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.

Alex Ricardo Cleza Silva
Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio



Claudia E. Benavidez Nuñez
CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad
Total Evaporable del Vidrio por secado

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 1000 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.185: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	05/01/2020		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	270.20 gr	270.50 gr	271.00 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	1270.20 gr	1270.50 gr	1271.00 gr
Peso del recipiente + muestra seca	1269.90 gr	1270.20 gr	1270.80 gr
Peso de la muestra húmeda	1000.00 gr	1000.00 gr	1000.00 gr
Peso de la muestra seca	999.70 gr	999.70 gr	999.80 gr
Peso del agua	0.30 gr	0.30 gr	0.20 gr
Contenido de humedad	0.03%	0.03%	0.02%
Contenido de humedad (Promedio)	0.03 %		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de vidrio triturado tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.


Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales más
Finos que Pasan por el Tamiz Normalizado 75 μm (N.º 200) por
Lavado en el Vidrio**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 2000 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.018: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	25/11/2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	498.60 gr	498.60 gr	498.60 gr
Peso del recipiente + muestra	2498.60 gr	2498.60 gr	2498.60 gr
Peso seco de la muestra	2000.00 gr	2000.00 gr	2000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	2475.80 gr	2472.60 gr	2482.10 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1977.20 gr	1974.00 gr	1983.50 gr
Material que pasa la malla # 200	22.80 gr	26.00 gr	16.50 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	1.14%	1.30%	0.83%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	1.09%		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de vidrio triturado tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.

Alex Ricardo Cieza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Método de Ensayo Normalizado para Determinar el Peso Específico del Vidrio

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	18, 19 y 20/11/2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la fiola (500 ml)	136.90 gr	136.90 gr	136.90 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	635.30 gr	635.31 gr	635.30 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	937.20 gr	937.70 gr	936.50 gr
Peso de la tara	149.40 gr	148.85 gr	149.35 gr
Peso final de la muestra + tara	648.00 gr	647.60 gr	646.40 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	498.60 gr	498.75 gr	497.05 gr
Peso específico del agua	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³	0.999 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno)	2.51 gr/cm ³	2.52 gr/cm ³	2.50 gr/cm ³
Peso específico (Saturada superficialmente seca)	2.52 gr/cm ³	2.53 gr/cm ³	2.51 gr/cm ³
Peso específico aparente	2.53 gr/cm ³	2.54 gr/cm ³	2.53 gr/cm ³
Peso específico (Seca en el horno) Promedio	2.51 gr/cm ³		
Peso específico (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.52 gr/cm ³		
Peso específico aparente (Promedio)	2.53 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de vidrio triturado tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.

Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



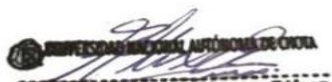
LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción
del Vidrio**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500 gr		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013 (Revisada 2018)		
FECHA:	18, 19 y 20/11/2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la tara	149.40 gr	148.85 gr	149.35 gr
Peso final de la muestra + tara	648.00 gr	647.60 gr	646.40 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	498.60 gr	498.75 gr	497.05 gr
Absorción (Ab)	0.28%	0.25%	0.59%
Absorción (Ab) promedio	0.37%		

OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de vidrio triturado tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.


Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por
Unidad de Volumen o Densidad (“Peso Unitario”) del Vidrio**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.017: 2011 (Revisada 2016)		
FECHA:	22/11/2019		
Peso Unitario Suelto			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.64 kg	1.64 kg	1.64 kg
Peso del molde + material	5.77 kg	5.84 kg	5.78 kg
Volumen del molde	0.0028 m3	0.0028 m3	0.0028 m3
Peso del material	4.13 kg	4.20 kg	4.14 kg
Densidad de masa	1461.54 kg/m3	1486.31 kg/m3	1465.08 kg/m3
Densidad de masa (Promedio)	1470.98 kg/m3		
Peso Unitario Variado			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.64 kg	1.64 kg	1.64 kg
Peso del molde + material	6.19 kg	6.20 kg	6.20 kg
Volumen del molde	0.0028 m3	0.0028 m3	0.0028 m3
Peso del material	4.55 kg	4.56 kg	4.56 kg
Densidad de masa	1610.17 kg/m3	1613.71 kg/m3	1613.18 kg/m3
Densidad de masa (Promedio)	1612.35 kg/m3		
OBSERVACIONES: Este ensayo se realizó a los residuos de vidrio triturado tal cual se obtuvo luego del tamizado del material.			


Alex Ricardo Cieza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


CECILIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Asesor

Formatos con el procesamiento de datos de los ensayos a compresión del concreto, certificados por el encargado del laboratorio.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO Ensayo a compresión de Probetas 	
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.034: 2015
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	0%
Descripción	Datos y Resultados
Probeta	01 02 03
Fecha de elaboración	19/12/2019 19/12/2019 19/12/2019
Fecha de rotura	26/12/2019 26/12/2019 26/12/2019
Edad	07 días 07 días 07 días
Diámetro	15.20 cm 15.00 cm 15.00 cm
Longitud	31.10 cm 30.00 cm 30.00 cm
Área	181.46 cm ² 176.71 cm ² 176.71 cm ²
Volumen	5643.35 cm ³ 5301.43 cm ³ 5301.43 cm ³
Peso	1255.00 gr 1247.00 gr 1247.00 gr
Carga	32165.00 kgf 31126.00 kgf 31518.00 kgf
Resistencia	177.26 kgf/cm ² 176.14 kgf/cm ² 178.36 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	177.25 kgf/cm ²
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	5%
Descripción	Datos y Resultados
Probeta	01 02 03
Fecha de elaboración	06/01/2020 06/01/2020 06/01/2020
Fecha de rotura	13/01/2020 13/01/2020 13/01/2020
Edad	07 días 07 días 07 días
Diámetro	15.10 cm 15.10 cm 15.00 cm
Longitud	30.00 cm 30.00 cm 30.00 cm
Área	179.08 cm ² 179.08 cm ² 176.71 cm ²
Volumen	5372.35 cm ³ 5372.35 cm ³ 5301.43 cm ³
Peso	1258.00 gr 1265.00 gr 1262.00 gr
Carga	32903.00 kgf 32880.00 kgf 33168.00 kgf
Resistencia	183.74 kgf/cm ² 183.61 kgf/cm ² 187.69 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	185.01 kgf/cm ²
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio	 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ INGENIERA CIVIL Reg. CIP. N° 176824 Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

Ensayo a compresión de probetas



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.034: 2015		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.		10%	
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	14/01/2020	14/01/2020	14/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.10 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.10 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área	179.08 cm2	176.71 cm2	176.71 cm2
Volumen	5390.26 cm3	5301.43 cm3	5319.10 cm3
Peso	1268.00 gr	1266.00 gr	1248.00 gr
Carga	35820.00 kgf	36079.00 kgf	34752.00 kgf
Resistencia	200.02 kgf/cm2	204.17 kgf/cm2	196.66 kgf/cm2
Resistencia Promedio	200.28 kgf/cm2		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.		15%	
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	14/01/2020	14/01/2020	14/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	14.90 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área	176.71 cm2	176.71 cm2	174.37 cm2
Volumen	5301.43 cm3	5301.43 cm3	5248.42 cm3
Peso	1265.00 gr	1263.00 gr	1259.00 gr
Carga	35320.00 kgf	35345.00 kgf	34997.00 kgf
Resistencia	199.87 kgf/cm2	200.01 kgf/cm2	200.71 kgf/cm2
Resistencia Promedio	200.20 kgf/cm2		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

Ensayo a compresión de probetas



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.034: 2015		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.		20%	
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	15/01/2020	15/01/2020	15/01/2020
Fecha de rotura	22/01/2020	22/01/2020	22/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área	176.71 cm2	176.71 cm2	176.71 cm2
Volumen	5301.43 cm3	5301.43 cm3	5319.10 cm3
Peso	1264.00 gr	1263.00 gr	1266.00 gr
Carga	35037.00 kgf	35665.00 kgf	35366.00 kgf
Resistencia	198.27 kgf/cm2	201.82 kgf/cm2	200.13 kgf/cm2
Resistencia Promedio	200.07 kgf/cm2		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.		30%	
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Fecha de rotura	28/01/2020	28/01/2020	28/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.00 cm	15.10 cm	15.10 cm
Longitud	30.10 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	176.71 cm2	179.08 cm2	179.08 cm2
Volumen	5319.10 cm3	5372.35 cm3	5372.35 cm3
Peso	1268.00 gr	1259.00 gr	1264.00 gr
Carga	34916.00 kgf	34922.00 kgf	35784.00 kgf
Resistencia	197.58 kgf/cm2	195.01 kgf/cm2	199.82 kgf/cm2
Resistencia Promedio	197.47 kgf/cm2		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Ensayo a compresión de probetas

ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.034: 2015		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	0%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019
Fecha de rotura	02/01/2020	02/01/2020	02/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.70 cm	15.80 cm	15.10 cm
Longitud	30.70 cm	30.70 cm	30.10 cm
Área	193.59 cm2	196.07 cm2	179.08 cm2
Volumen	5943.29 cm3	6019.25 cm3	5390.26 cm3
Peso	1388.00 gr	1408.00 gr	1263.00 gr
Carga	40008.00 kgf	40571.00 kgf	36420.00 kgf
Resistencia	206.66 kgf/cm2	206.92 kgf/cm2	203.37 kgf/cm2
Resistencia Promedio	205.65 kgf/cm2		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	5%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	06/01/2020	06/01/2020	06/01/2020
Fecha de rotura	20/01/2020	20/01/2020	20/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	14.90 cm	15.60 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.60 cm	30.10 cm
Área	174.37 cm2	191.13 cm2	176.71 cm2
Volumen	5230.98 cm3	5848.71 cm3	5319.10 cm3
Peso	1252.00 gr	1405.00 gr	1263.00 gr
Carga	34893.00 kgf	38390.00 kgf	36226.00 kgf
Resistencia	200.11 kgf/cm2	200.85 kgf/cm2	205.00 kgf/cm2
Resistencia Promedio	201.99 kgf/cm2		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176624

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

Ensayo a compresión de probetas



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.034: 2015		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	10%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.10 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.10 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	179.08 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5390.26 cm ³	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1273.00 gr	1263.00 gr	1259.00 gr
Carga	38317.00 kgf	37519.00 kgf	37633.00 kgf
Resistencia	213.97 kgf/cm ²	212.31 kgf/cm ²	212.96 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	213.08 kgf/cm ²		

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	15%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.10 cm	14.90 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	179.08 cm ²	174.37 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5372.35 cm ³	5230.98 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1267.00 gr	1262.00 gr	1264.00 gr
Carga	37554.00 kgf	36719.00 kgf	37256.00 kgf
Resistencia	209.71 kgf/cm ²	210.59 kgf/cm ²	210.83 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	210.37 kgf/cm ²		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

Ensayo a compresión de probetas



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.034: 2015		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	20%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	15/01/2020	15/01/2020	15/01/2020
Fecha de rotura	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1265.00 gr	1263.00 gr	1259.00 gr
Carga	36612.00 kgf	36915.00 kgf	36083.00 kgf
Resistencia	207.18 kgf/cm ²	208.90 kgf/cm ²	204.19 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	206.76 kgf/cm ²		

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	30%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Fecha de rotura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	14.80 cm	15.00 cm	14.90 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	172.03 cm ²	176.71 cm ²	174.37 cm ²
Volumen	5161.00 cm ³	5301.43 cm ³	5230.98 cm ³
Peso	1266.00 gr	1267.00 gr	1257.00 gr
Carga	34432.00 kgf	35555.00 kgf	34943.00 kgf
Resistencia	200.15 kgf/cm ²	201.20 kgf/cm ²	200.40 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	200.58 kgf/cm ²		

Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

Ensayo a compresión de probetas



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.034: 2015		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	0%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019
Fecha de rotura	16/01/2020	16/01/2020	16/01/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.10 cm	15.80 cm	15.10 cm
Longitud	30.00 cm	30.70 cm	30.00 cm
Área	179.08 cm2	196.07 cm2	179.08 cm2
Volumen	5372.35 cm3	6019.25 cm3	5372.35 cm3
Peso	1262.00 gr	1407.00 gr	1258.00 gr
Carga	39296.00 kgf	42778.00 kgf	39437.00 kgf
Resistencia	219.43 kgf/cm2	218.18 kgf/cm2	220.22 kgf/cm2
Resistencia Promedio	219.28 kgf/cm2		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	5%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	06/01/2020	06/01/2020	06/01/2020
Fecha de rotura	03/02/2020	03/02/2020	03/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	14.90 cm	15.00 cm	15.10 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	174.37 cm2	176.71 cm2	179.08 cm2
Volumen	5230.98 cm3	5301.43 cm3	5372.35 cm3
Peso	1263.00 gr	1259.00 gr	1257.00 gr
Carga	40030.00 kgf	40151.00 kgf	41324.00 kgf
Resistencia	229.57 kgf/cm2	227.21 kgf/cm2	230.76 kgf/cm2
Resistencia Promedio	229.18 kgf/cm2		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

Ensayo a compresión de probetas



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.034: 2015		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	10%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.10 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5319.10 cm ³	5301.43 cm ³	5319.10 cm ³
Peso	1267.00 gr	1265.00 gr	1268.00 gr
Carga	41674.00 kgf	41373.00 kgf	43862.00 kgf
Resistencia	235.83 kgf/cm ²	234.12 kgf/cm ²	248.21 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	239.39 kgf/cm ²		

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	15%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de rotura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.10 cm	30.00 cm
Área	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5301.43 cm ³	5319.10 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1266.00 gr	1265.00 gr	1267.00 gr
Carga	40312.00 kgf	40186.00 kgf	41096.00 kgf
Resistencia	228.12 kgf/cm ²	227.41 kgf/cm ²	232.56 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	229.36 kgf/cm ²		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

Ensayo a compresión de probetas.



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.034: 2015		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	20%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	15/01/2020	15/01/2020	15/01/2020
Fecha de rotura	12/02/2020	12/02/2020	12/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.10 cm	14.90 cm	15.00 cm
Longitud	30.00 cm	30.10 cm	30.00 cm
Área	179.08 cm ²	174.37 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5372.35 cm ³	5248.42 cm ³	5301.43 cm ³
Peso	1269.00 gr	1266.00 gr	1258.00 gr
Carga	40035.00 kgf	37673.00 kgf	38999.00 kgf
Resistencia	223.56 kgf/cm ²	216.06 kgf/cm ²	220.69 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	220.10 kgf/cm ²		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	30%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta	01	02	03
Fecha de elaboración	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Fecha de rotura	18/02/2020	18/02/2020	18/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	14.70 cm
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área	176.71 cm ²	176.71 cm ²	169.72 cm ²
Volumen	5301.43 cm ³	5301.43 cm ³	5091.50 cm ³
Peso	1266.70 gr	1264.50 gr	1211.30 gr
Carga	38754.00 kgf	39121.00 kgf	38211.00 kgf
Resistencia	219.30 kgf/cm ²	221.38 kgf/cm ²	225.15 kgf/cm ²
Resistencia Promedio	221.94 kgf/cm ²		


Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

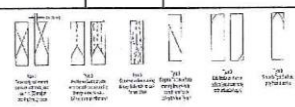
Resp. Laboratorio




OSCAR E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

Formatos con el procesamiento de datos del ensayo a compresión para 30% de residuos de teja artesanal y vidrio realizado en laboratorio GSE Ingeniería & Construcción.

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO									
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS									
		NORMA ASTM C39 MTC E704									
SOLICITANTE: ELAR PERCY CUEVA MEDINA		TESIS: EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON RESIDUOS DE TEJA ARTESANAL Y VIDRIO, CHOTA								Fecha: 18-02-2020	
ELEMENTO (s)		TIPO DE MEZCLA 210 Kg/cm ² .									
f _c (Kg/cm ²)		210									
		ADITIVO 1									
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	Diámetro	ALTURA	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	ÁREA	f _c
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)		(mm)	(mm)	(kg)		(Kg)	(mm ²)	(%)
1	TESIS	21-ene.-20	28	18-feb.-20	150.00	300.00	12667	5	38754.00	17671.5	104.4%
2	TESIS	21-ene.-20	28	18-feb.-20	150.00	300.00	12645	5	39121.00	17671.5	105.4%
3	TESIS	21-ene.-20	28	18-feb.-20	147.00	300.00	12113	5	38210.00	16971.7	107.2%
									PROMEDIO A 28 DIAS		105.7%
OBSERVACIONES:								(*)			
								TIPO DE ROTURA			
								ASTM C39			
											

Geremas Rimarachin Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 77267



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 368 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : 151-2019
Fecha de emisión : 2019-09-17

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : SHERMAN
Modelo de Prensa : JPSH-01
Serie de Prensa : NO INDICA
Capacidad de Prensa : 100 t
Identificación : JCB-012

Marca de indicador : HIGH WEIGHT
Modelo de Indicador : 315-X5
Serie de Indicador : 0215629
Identificación : NO INDICA

Marca de Transductor : ZEMIC
Modelo de Transductor : YB15
Serie de Transductor : 4439
Identificación : NO INDICA

Bomba Hidráulica : MANUAL

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. TENIENTE JIMENEZ N° 188 - CHORRILLOS
17 - SETIEMBRE - 2019

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,4	18,3
Humedad %	71	72

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 368 - 2019

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9912	9909	0,88	0,91	9910,4	0,90	0,03
20000	19973	19967	0,13	0,21	19965,3	0,17	0,08
30000	30187	30102	-0,62	-0,34	30144,2	-0,48	0,28
40000	40205	40210	-0,51	-0,53	40207,7	-0,52	-0,01
50000	50194	50223	-0,39	-0,45	50208,2	-0,41	-0,06
60000	59981	60304	0,03	-0,51	60142,8	-0,24	-0,54
70000	70432	70463	-0,62	-0,66	70447,3	-0,63	-0,04

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9928x + 142,91$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

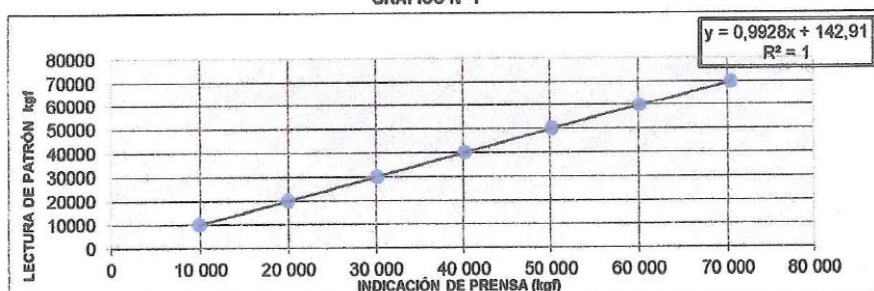
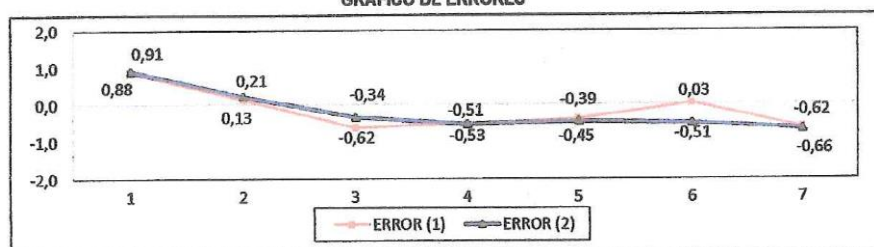


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Formatos con el procesamiento de datos de los ensayos de ritmo de absorción de agua del concreto, certificados por el encargado del laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 								
INFORME DE ENSAYO								
Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto								
ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina							
NORMA TÉCNICA:	ASTM C - 1585							
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	0%							
Datos de probetas para el ensayo de la velocidad de absorción de agua								
Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm ²)	Volumen (mm ³)	Densidad Promedio (g/cm ³)		
P - 1	982.00	100.25	50.13	7893.30	395651.69	2.48		
P - 2	982.00	100.50	50.18	7932.72	398024.12			
P - 3	982.00	100.25	49.88	7893.30	393678.37			
Tiempo		Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción (g/s)	Promedio		
M/H/D	Seg.					s ^{1/2}	(g/s)	ΣΔ
0	0	0.0	P - 1	982.00	-	0.0000	0.0000	0.0000
			P - 2	982.00	-	0.0000		
			P - 3	982.00	-	0.0000		
1 min	60	7.7	P - 1	984.22	2.22	0.2813	0.2804	0.2804
			P - 2	984.21	2.21	0.2786		
			P - 3	984.22	2.22	0.2813		
5 min	300	17.3	P - 1	985.19	0.97	0.1229	0.1239	0.4043
			P - 2	985.20	0.99	0.1248		
			P - 3	985.20	0.98	0.1242		
10 min	600	24.5	P - 1	987.26	2.07	0.2622	0.2605	0.6649
			P - 2	987.26	2.06	0.2597		
			P - 3	987.25	2.05	0.2597		
20 min	1200	34.6	P - 1	988.29	1.03	0.1305	0.1315	0.7964
			P - 2	988.30	1.04	0.1311		
			P - 3	988.30	1.05	0.1330		
30 min	1800	42.4	P - 1	989.35	1.06	0.1343	0.1332	0.9296
			P - 2	989.35	1.05	0.1324		
			P - 3	989.35	1.05	0.1330		
60 min	3600	60.0	P - 1	990.25	0.90	0.1140	0.1143	1.0439
			P - 2	990.26	0.91	0.1147		
			P - 3	990.25	0.90	0.1140		
2 horas	7200	84.9	P - 1	991.29	1.04	0.1318	0.1307	1.1746
			P - 2	991.28	1.02	0.1286		
			P - 3	991.29	1.04	0.1318		
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio  CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL Reg. CIP. N° 176824 Asesor								

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO



Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

Tiempo			Probeta	Masa	Δ masa	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}		(g)	(g)	(g/s)	Promedio	
							(g/s)	$\Sigma \Delta$
3 horas	10800	103.9	P - 1	992.35	1.06	0.1343	0.1345	1.3091
			P - 2	992.35	1.07	0.1349		
			P - 3	992.35	1.06	0.1343		
4 horas	14400	120.0	P - 1	993.32	0.97	0.1229	0.1227	1.4318
			P - 2	993.32	0.97	0.1223		
			P - 3	993.32	0.97	0.1229		
5 horas	18000	134.2	P - 1	994.26	0.94	0.1191	0.1185	1.5502
			P - 2	994.26	0.94	0.1185		
			P - 3	994.25	0.93	0.1178		
6 horas	21600	147.0	P - 1	995.23	0.97	0.1229	0.1227	1.6729
			P - 2	995.23	0.97	0.1223		
			P - 3	995.22	0.97	0.1229		
1 día	86400	293.9	P - 1	1004.12	8.89	1.1263	1.1253	2.7982
			P - 2	1004.12	8.89	1.1207		
			P - 3	1004.13	8.91	1.1288		
2 días	172800	415.7	P - 1	1008.21	4.09	0.5182	0.5169	3.3150
			P - 2	1008.21	4.09	0.5156		
			P - 3	1008.21	4.08	0.5169		
3 días	259200	509.1	P - 1	1010.19	1.98	0.2508	0.2513	3.5663
			P - 2	1010.20	1.99	0.2509		
			P - 3	1010.20	1.99	0.2521		
4 días	345600	587.9	P - 1	1011.18	0.99	0.1254	0.1244	3.6907
			P - 2	1011.18	0.98	0.1235		
			P - 3	1011.18	0.98	0.1242		
5 días	432000	657.3	P - 1	1012.17	0.99	0.1254	0.1256	3.8163
			P - 2	1012.17	0.99	0.1248		
			P - 3	1012.18	1.00	0.1267		
6 días	518400	720.0	P - 1	1013.15	0.98	0.1242	0.1231	3.9394
			P - 2	1013.15	0.98	0.1235		
			P - 3	1013.14	0.96	0.1216		
7 días	604400	777.4	P - 1	1013.15	0.00	0.0000	0.0008	3.9403
			P - 2	1013.15	0.00	0.0000		
			P - 3	1013.16	0.02	0.0025		
8 días	691200	831.4	P - 1	1013.16	0.01	0.0013	0.0017	3.9420
			P - 2	1013.17	0.02	0.0025		
			P - 3	1013.17	0.01	0.0013		


Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES
Resp. Laboratorio


CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

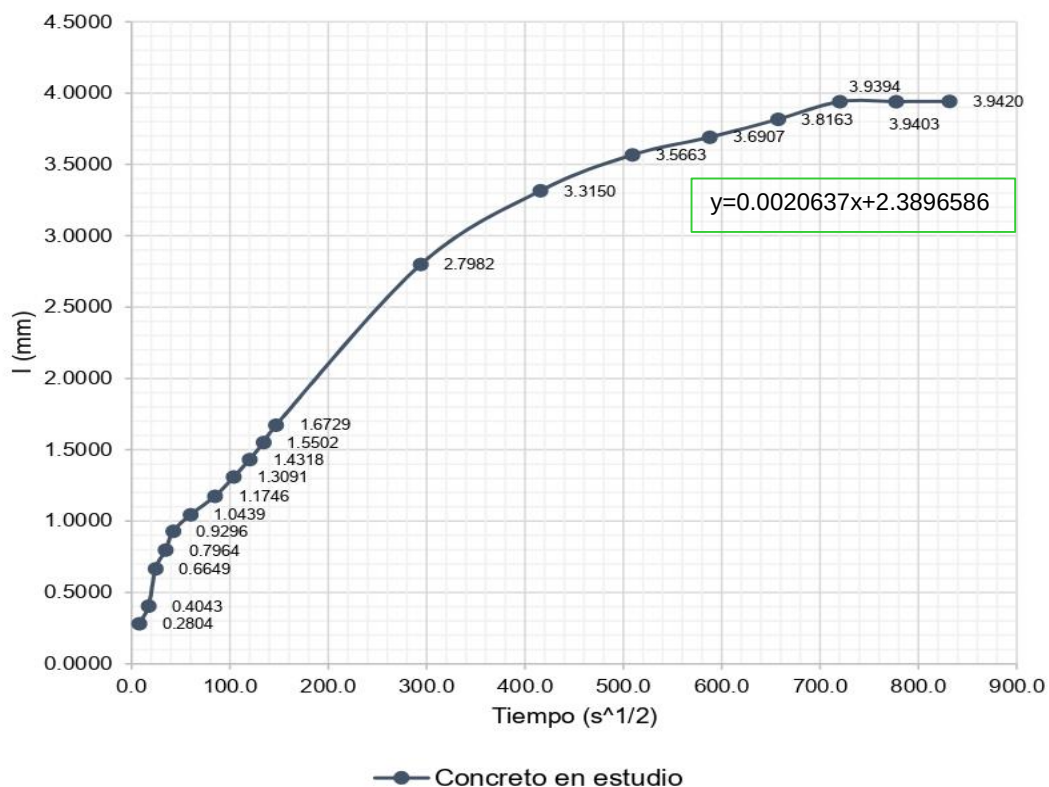


Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	ASTM C - 1585
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	0%

DATOS DE PROBETAS PARA EL ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA

CURVA DE VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA PARA 0% DE T.A. Y V.



Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

ENSAYADO POR: Elar Percy Cueva Medina

NORMA TÉCNICA: ASTM C - 1585

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V. 5%

Datos de probetas para el ensayo de la velocidad de absorción de agua

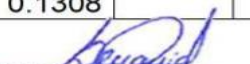
Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm ²)	Volumen (mm ³)	Densidad Promedio (g/cm ³)
P - 1	981.00	100.25	50.25	7893.30	396638.36	2.48
P - 2	981.00	100.63	50.13	7952.46	398617.22	
P - 3	981.00	100.13	49.93	7873.63	393090.92	

Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}				(g/s)	Promedio	
							(g/s)	ΣΔ
0	0	0.0	P - 1	981.00	-	0.0000	0.0000	0.0000
			P - 2	981.00	-	0.0000		
			P - 3	981.00	-	0.0000		
1 min	60	7.7	P - 1	983.21	2.21	0.2800	0.2799	0.2799
			P - 2	983.22	2.22	0.2792		
			P - 3	983.21	2.21	0.2807		
5 min	300	17.3	P - 1	984.19	0.98	0.1242	0.1227	0.4026
			P - 2	984.18	0.96	0.1207		
			P - 3	984.18	0.97	0.1232		
10 min	600	24.5	P - 1	986.24	2.05	0.2597	0.2601	0.6628
			P - 2	986.24	2.06	0.2590		
			P - 3	986.24	2.06	0.2616		
20 min	1200	34.6	P - 1	987.28	1.04	0.1318	0.1311	0.7939
			P - 2	987.28	1.04	0.1308		
			P - 3	987.27	1.03	0.1308		
30 min	1800	42.4	P - 1	988.32	1.04	0.1318	0.1328	0.9267
			P - 2	988.33	1.05	0.1320		
			P - 3	988.33	1.06	0.1346		
60 min	3600	60.0	P - 1	989.22	0.90	0.1140	0.1138	1.0405
			P - 2	989.23	0.90	0.1132		
			P - 3	989.23	0.90	0.1143		
2 horas	7200	84.9	P - 1	990.25	1.03	0.1305	0.1303	1.1708
			P - 2	990.26	1.03	0.1295		
			P - 3	990.26	1.03	0.1308		


Alex Ricardo Cleze Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio




COLEGIO E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO



Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

Tiempo			Probeta	Masa	Δ masa	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}		(g)	(g)	(g/s)	Promedio	$\Sigma \Delta$
3 horas	10800	103.9	P - 1	991.31	1.06	0.1343	0.1341	1.3049
			P - 2	991.32	1.06	0.1333		
			P - 3	991.32	1.06	0.1346		
4 horas	14400	120.0	P - 1	992.28	0.97	0.1229	0.1223	1.4271
			P - 2	992.28	0.96	0.1207		
			P - 3	992.29	0.97	0.1232		
5 horas	18000	134.2	P - 1	993.21	0.93	0.1178	0.1180	1.5452
			P - 2	993.22	0.94	0.1182		
			P - 3	993.22	0.93	0.1181		
6 horas	21600	147.0	P - 1	994.18	0.97	0.1229	0.1223	1.6674
			P - 2	994.18	0.96	0.1207		
			P - 3	994.19	0.97	0.1232		
1 día	86400	293.9	P - 1	1003.06	8.88	1.1250	1.1232	2.7906
			P - 2	1003.06	8.88	1.1166		
			P - 3	1003.07	8.88	1.1278		
2 días	172800	415.7	P - 1	1007.03	3.97	0.5030	0.5021	3.2927
			P - 2	1007.03	3.97	0.4992		
			P - 3	1007.04	3.97	0.5042		
3 días	259200	509.1	P - 1	1009.14	2.11	0.2673	0.2669	3.5596
			P - 2	1009.14	2.11	0.2653		
			P - 3	1009.15	2.11	0.2680		
4 días	345600	587.9	P - 1	1010.11	0.97	0.1229	0.1227	3.6823
			P - 2	1010.11	0.97	0.1220		
			P - 3	1010.12	0.97	0.1232		
5 días	432000	657.3	P - 1	1011.10	0.99	0.1254	0.1261	3.8083
			P - 2	1011.11	1.00	0.1257		
			P - 3	1011.12	1.00	0.1270		
6 días	518400	720.0	P - 1	1012.02	0.92	0.1166	0.1164	3.9247
			P - 2	1012.03	0.92	0.1157		
			P - 3	1012.04	0.92	0.1168		
7 días	604400	777.4	P - 1	1012.03	0.01	0.0013	0.0006	3.9253
			P - 2	1012.04	0.00	0.0006		
			P - 3	1012.04	0.00	0.0000		
8 días	691200	831.4	P - 1	1012.03	0.00	0.0000	0.0011	3.9264
			P - 2	1012.05	0.01	0.0019		
			P - 3	1012.05	0.01	0.0013		

Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDES NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

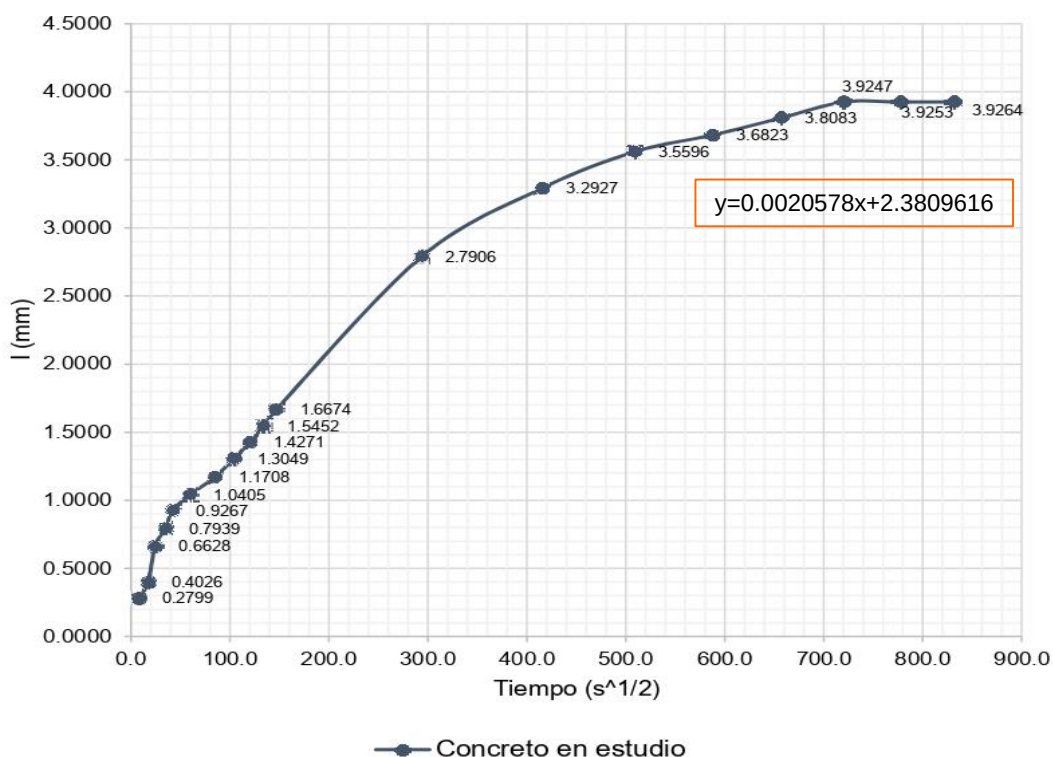
Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	ASTM C - 1585
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	5%

DATOS DE PROBETAS PARA EL ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA

CURVA DE VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA PARA 5% DE T.A. Y V.



Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO



Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

ENSAYADO POR: Elar Percy Cueva Medina

NORMA TÉCNICA: ASTM C - 1585

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V. 10%

Datos de probetas para el ensayo de la velocidad de absorción de agua

Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm ²)	Volumen (mm ³)	Densidad Promedio (g/cm ³)
P - 1	982.00	100.25	50.13	7893.30	395651.69	2.48
P - 2	982.00	100.63	49.88	7952.46	396629.10	
P - 3	982.00	100.13	50.30	7873.63	396043.53	

Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}				(g/s)	Promedio	
							(g/s)	ΣΔ
0	0	0.0	P - 1	982.00	-	0.0000	0.0000	0.0000
			P - 2	982.00	-	0.0000		
			P - 3	982.00	-	0.0000		
1 min	60	7.7	P - 1	984.20	2.20	0.2787	0.2791	0.2791
			P - 2	984.21	2.21	0.2779		
			P - 3	984.21	2.21	0.2807		
5 min	300	17.3	P - 1	985.16	0.96	0.1216	0.1214	0.4005
			P - 2	985.17	0.96	0.1207		
			P - 3	985.17	0.96	0.1219		
10 min	600	24.5	P - 1	987.22	2.06	0.2610	0.2601	0.6607
			P - 2	987.22	2.05	0.2578		
			P - 3	987.23	2.06	0.2616		
20 min	1200	34.6	P - 1	988.24	1.02	0.1292	0.1299	0.7905
			P - 2	988.25	1.03	0.1295		
			P - 3	988.26	1.03	0.1308		
30 min	1800	42.4	P - 1	989.29	1.05	0.1330	0.1320	0.9225
			P - 2	989.29	1.04	0.1308		
			P - 3	989.30	1.04	0.1321		
60 min	3600	60.0	P - 1	990.21	0.92	0.1166	0.1168	1.0393
			P - 2	990.22	0.93	0.1169		
			P - 3	990.22	0.92	0.1168		
2 horas	7200	84.9	P - 1	991.24	1.03	0.1305	0.1299	1.1691
			P - 2	991.24	1.02	0.1283		
			P - 3	991.25	1.03	0.1308		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO



Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}				(g/s)	Promedio	
							(g/s)	$\Sigma\Delta$
3 horas	10800	103.9	P - 1	992.27	1.03	0.1305	0.1311	1.3002
			P - 2	992.28	1.04	0.1308		
			P - 3	992.29	1.04	0.1321		
4 horas	14400	120.0	P - 1	993.22	0.95	0.1204	0.1202	1.4204
			P - 2	993.23	0.95	0.1195		
			P - 3	993.24	0.95	0.1207		
5 horas	18000	134.2	P - 1	994.17	0.95	0.1204	0.1197	1.5401
			P - 2	994.18	0.95	0.1195		
			P - 3	994.18	0.94	0.1194		
6 horas	21600	147.0	P - 1	995.14	0.97	0.1229	0.1227	1.6628
			P - 2	995.15	0.97	0.1220		
			P - 3	995.15	0.97	0.1232		
1 día	86400	293.9	P - 1	1003.96	8.82	1.1174	1.1160	2.7788
			P - 2	1003.97	8.82	1.1091		
			P - 3	1003.98	8.83	1.1215		
2 días	172800	415.7	P - 1	1007.98	4.02	0.5093	0.5085	3.2872
			P - 2	1007.99	4.02	0.5055		
			P - 3	1008.00	4.02	0.5106		
3 días	259200	509.1	P - 1	1009.95	1.97	0.2496	0.2487	3.5360
			P - 2	1009.96	1.97	0.2477		
			P - 3	1009.96	1.96	0.2489		
4 días	345600	587.9	P - 1	1010.94	0.99	0.1254	0.1252	3.6612
			P - 2	1010.95	0.99	0.1245		
			P - 3	1010.95	0.99	0.1257		
5 días	432000	657.3	P - 1	1011.90	0.96	0.1216	0.1210	3.7822
			P - 2	1011.90	0.95	0.1195		
			P - 3	1011.91	0.96	0.1219		
6 días	518400	720.0	P - 1	1012.84	0.94	0.1191	0.1197	3.9019
			P - 2	1012.85	0.95	0.1195		
			P - 3	1012.86	0.95	0.1207		
7 días	604400	777.4	P - 1	1012.86	0.02	0.0025	0.0025	3.9045
			P - 2	1012.87	0.02	0.0025		
			P - 3	1012.88	0.02	0.0025		
8 días	691200	831.4	P - 1	1012.86	0.00	0.0005	0.0008	3.9052
			P - 2	1012.87	0.00	0.0005		
			P - 3	1012.89	0.01	0.0013		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CAROLINA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

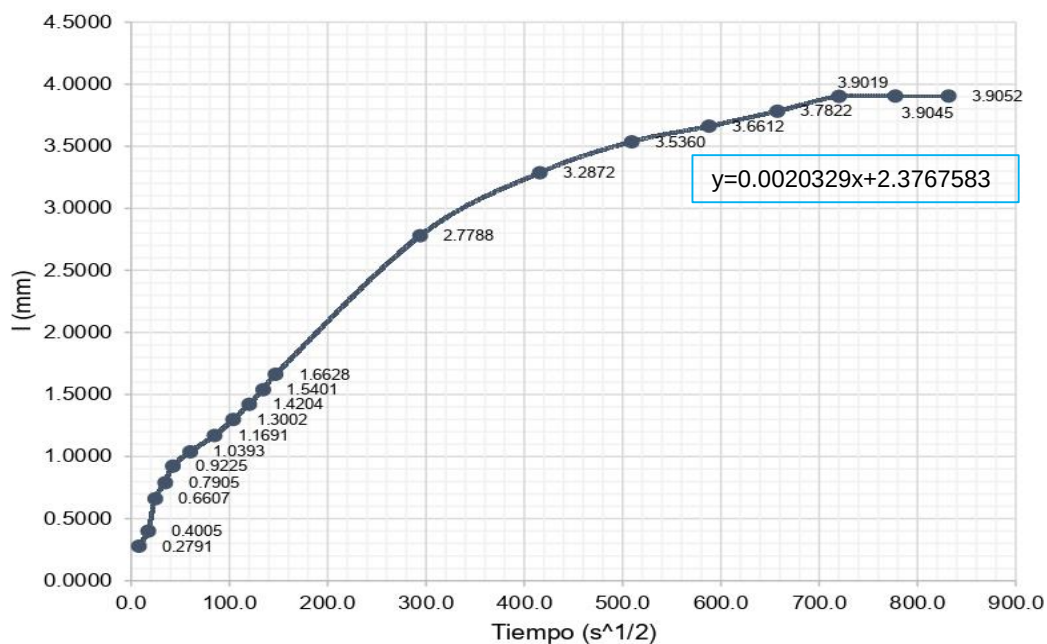
Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	ASTM C - 1585
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	10%

DATOS DE PROBETAS PARA EL ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA

CURVA DE VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA PARA 5% DE T.A. Y V.



—●— Concreto en estudio

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILYA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

ENSAYADO POR: Elar Percy Cueva Medina

NORMA TÉCNICA: ASTM C - 1585

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V. 15%

Datos de probetas para el ensayo de la velocidad de absorción de agua

Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm ²)	Volumen (mm ³)	Densidad Promedio (g/cm ³)
P - 1	983.00	100.25	50.13	7893.30	395651.69	2.48
P - 2	983.00	100.63	50.25	7952.46	399611.28	
P - 3	983.00	100.13	50.05	7873.63	394075.12	

Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}				(g/s)	Promedio	
							(g/s)	ΣΔ
0	0	0.0	P - 1	983.00	-	0.0000	0.0000	0.0000
			P - 2	983.00	-	0.0000		
			P - 3	983.00	-	0.0000		
1 min	60	7.7	P - 1	985.22	2.22	0.2813	0.2799	0.2799
			P - 2	985.21	2.21	0.2779		
			P - 3	985.21	2.21	0.2807		
5 min	300	17.3	P - 1	986.20	0.98	0.1242	0.1244	0.4043
			P - 2	986.20	0.99	0.1245		
			P - 3	986.19	0.98	0.1245		
10 min	600	24.5	P - 1	988.26	2.06	0.2610	0.2606	0.6649
			P - 2	988.26	2.06	0.2590		
			P - 3	988.25	2.06	0.2616		
20 min	1200	34.6	P - 1	989.30	1.04	0.1318	0.1311	0.7960
			P - 2	989.29	1.03	0.1295		
			P - 3	989.29	1.04	0.1321		
30 min	1800	42.4	P - 1	990.36	1.06	0.1343	0.1339	0.9298
			P - 2	990.35	1.06	0.1333		
			P - 3	990.35	1.06	0.1340		
60 min	3600	60.0	P - 1	991.26	0.90	0.1140	0.1149	1.0447
			P - 2	991.26	0.91	0.1144		
			P - 3	991.26	0.91	0.1162		
2 horas	7200	84.9	P - 1	992.30	1.04	0.1318	0.1303	1.1750
			P - 2	992.29	1.03	0.1295		
			P - 3	992.28	1.02	0.1295		

Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

Cesar E. Benavidez Nunez
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO



Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}				(g/s)	Promedio	
							(g/s)	$\Sigma \Delta$
3 horas	10800	103.9	P - 1	993.37	1.07	0.1349	0.1351	1.3101
			P - 2	993.36	1.07	0.1339		
			P - 3	993.36	1.08	0.1365		
4 horas	14400	120.0	P - 1	994.33	0.97	0.1223	0.1225	1.4326
			P - 2	994.33	0.98	0.1226		
			P - 3	994.32	0.97	0.1226		
5 horas	18000	134.2	P - 1	995.27	0.94	0.1191	0.1185	1.5511
			P - 2	995.26	0.93	0.1169		
			P - 3	995.26	0.94	0.1194		
6 horas	21600	147.0	P - 1	996.24	0.97	0.1229	0.1223	1.6733
			P - 2	996.23	0.97	0.1220		
			P - 3	996.22	0.96	0.1219		
1 día	86400	293.9	P - 1	1005.14	8.90	1.1275	1.1257	2.7990
			P - 2	1005.13	8.90	1.1192		
			P - 3	1005.12	8.90	1.1304		
2 días	172800	415.7	P - 1	1009.21	4.07	0.5156	0.5165	3.3155
			P - 2	1009.22	4.09	0.5143		
			P - 3	1009.21	4.09	0.5195		
3 días	259200	509.1	P - 1	1011.21	2.00	0.2534	0.2521	3.5676
			P - 2	1011.21	1.99	0.2502		
			P - 3	1011.20	1.99	0.2527		
4 días	345600	587.9	P - 1	1012.20	0.99	0.1254	0.1248	3.6924
			P - 2	1012.19	0.98	0.1232		
			P - 3	1012.19	0.99	0.1257		
5 días	432000	657.3	P - 1	1013.19	0.99	0.1254	0.1256	3.8180
			P - 2	1013.19	1.00	0.1257		
			P - 3	1013.18	0.99	0.1257		
6 días	518400	720.0	P - 1	1014.17	0.98	0.1242	0.1235	3.9416
			P - 2	1014.16	0.97	0.1220		
			P - 3	1014.16	0.98	0.1245		
7 días	604400	777.4	P - 1	1014.18	0.00	0.0006	0.0009	3.9425
			P - 2	1014.17	0.01	0.0008		
			P - 3	1014.17	0.01	0.0013		
8 días	691200	831.4	P - 1	1014.19	0.02	0.0025	0.0020	3.9444
			P - 2	1014.18	0.02	0.0023		
			P - 3	1014.18	0.01	0.0011		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

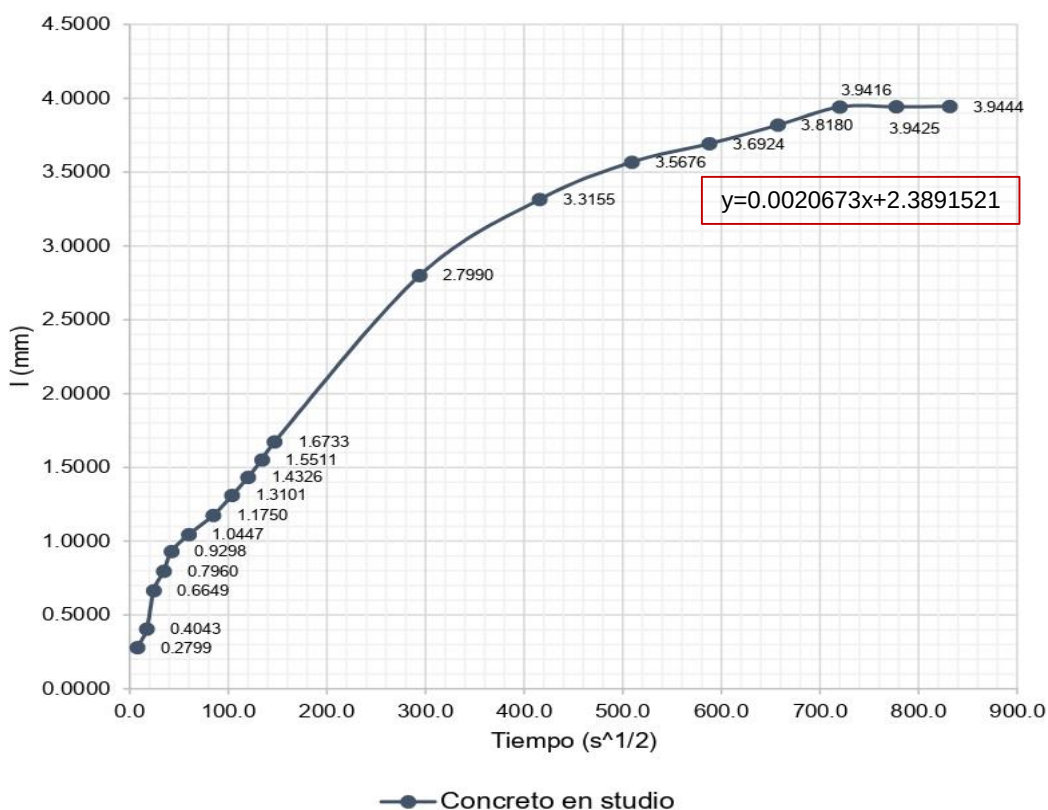
Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	ASTM C - 1585
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	15%

DATOS DE PROBETAS PARA EL ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA

CURVA DE VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA PARA 15% DE T.A. Y V.



Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILYA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO



Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

ENSAYADO POR: Elar Percy Cueva Medina

NORMA TÉCNICA: ASTM C - 1585

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V. 20%

Datos de probetas para el ensayo de la velocidad de absorción de agua

Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm ²)	Volumen (mm ³)	Densidad Promedio (g/cm ³)
P - 1	983.50	100.25	50.25	7893.30	396638.36	2.48
P - 2	983.50	100.63	50.13	7952.46	398617.22	
P - 3	983.50	100.13	50.05	7873.63	394075.12	

Tiempo			Probeta	Masa	Δ masa	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}		(g)	(g)	(g/s)	Promedio	
0	0	0.0	P - 1	983.50	-	0.0000	0.0000	0.0000
			P - 2	983.50	-	0.0000		
			P - 3	983.50	-	0.0000		
1 min	60	7.7	P - 1	985.72	2.22	0.2813	0.2802	0.2802
			P - 2	985.72	2.22	0.2785		
			P - 3	985.71	2.21	0.2807		
5 min	300	17.3	P - 1	986.71	0.99	0.1248	0.1248	0.4049
			P - 2	986.71	0.99	0.1245		
			P - 3	986.70	0.99	0.1251		
10 min	600	24.5	P - 1	988.78	2.07	0.2629	0.2622	0.6672
			P - 2	988.78	2.07	0.2603		
			P - 3	988.77	2.07	0.2635		
20 min	1200	34.6	P - 1	989.83	1.05	0.1330	0.1326	0.7998
			P - 2	989.82	1.04	0.1314		
			P - 3	989.82	1.05	0.1334		
30 min	1800	42.4	P - 1	990.90	1.07	0.1349	0.1346	0.9344
			P - 2	990.89	1.07	0.1339		
			P - 3	990.88	1.06	0.1349		
60 min	3600	60.0	P - 1	991.82	0.92	0.1166	0.1169	1.0513
			P - 2	991.81	0.92	0.1163		
			P - 3	991.81	0.93	0.1178		
2 horas	7200	84.9	P - 1	992.86	1.04	0.1324	0.1317	1.1830
			P - 2	992.86	1.05	0.1314		
			P - 3	992.85	1.04	0.1315		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto



Tiempo			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}				(g/s)	Promedio	
							(g/s)	$\Sigma \Delta$
3 horas	10800	103.9	P - 1	993.93	1.07	0.1359	0.1357	1.3187
			P - 2	993.92	1.07	0.1342		
			P - 3	993.92	1.08	0.1368		
4 horas	14400	120.0	P - 1	994.91	0.97	0.1232	0.1230	1.4417
			P - 2	994.90	0.98	0.1229		
			P - 3	994.89	0.97	0.1229		
5 horas	18000	134.2	P - 1	995.85	0.94	0.1191	0.1189	1.5606
			P - 2	995.84	0.93	0.1176		
			P - 3	995.84	0.94	0.1200		
6 horas	21600	147.0	P - 1	996.83	0.98	0.1242	0.1239	1.6845
			P - 2	996.82	0.98	0.1239		
			P - 3	996.81	0.97	0.1238		
1 día	86400	293.9	P - 1	1005.73	8.90	1.1282	1.1261	2.8106
			P - 2	1005.73	8.91	1.1198		
			P - 3	1005.71	8.90	1.1304		
2 días	172800	415.7	P - 1	1009.82	4.09	0.5182	0.5179	3.3286
			P - 2	1009.82	4.09	0.5149		
			P - 3	1009.81	4.10	0.5207		
3 días	259200	509.1	P - 1	1011.83	2.01	0.2540	0.2534	3.5819
			P - 2	1011.83	2.01	0.2521		
			P - 3	1011.81	2.00	0.2540		
4 días	345600	587.9	P - 1	1012.82	1.00	0.1261	0.1259	3.7078
			P - 2	1012.82	0.99	0.1245		
			P - 3	1012.81	1.00	0.1270		
5 días	432000	657.3	P - 1	1013.82	1.00	0.1267	0.1265	3.8343
			P - 2	1013.82	1.00	0.1257		
			P - 3	1013.81	1.00	0.1270		
6 días	518400	720.0	P - 1	1014.85	1.02	0.1299	0.1296	3.9639
			P - 2	1014.84	1.02	0.1289		
			P - 3	1014.84	1.03	0.1302		
7 días	604400	777.4	P - 1	1014.85	0.01	0.0008	0.0009	3.9648
			P - 2	1014.85	0.01	0.0007		
			P - 3	1014.85	0.01	0.0013		
8 días	691200	831.4	P - 1	1014.87	0.02	0.0023	0.0019	3.9667
			P - 2	1014.86	0.02	0.0021		
			P - 3	1014.85	0.01	0.0012		

Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

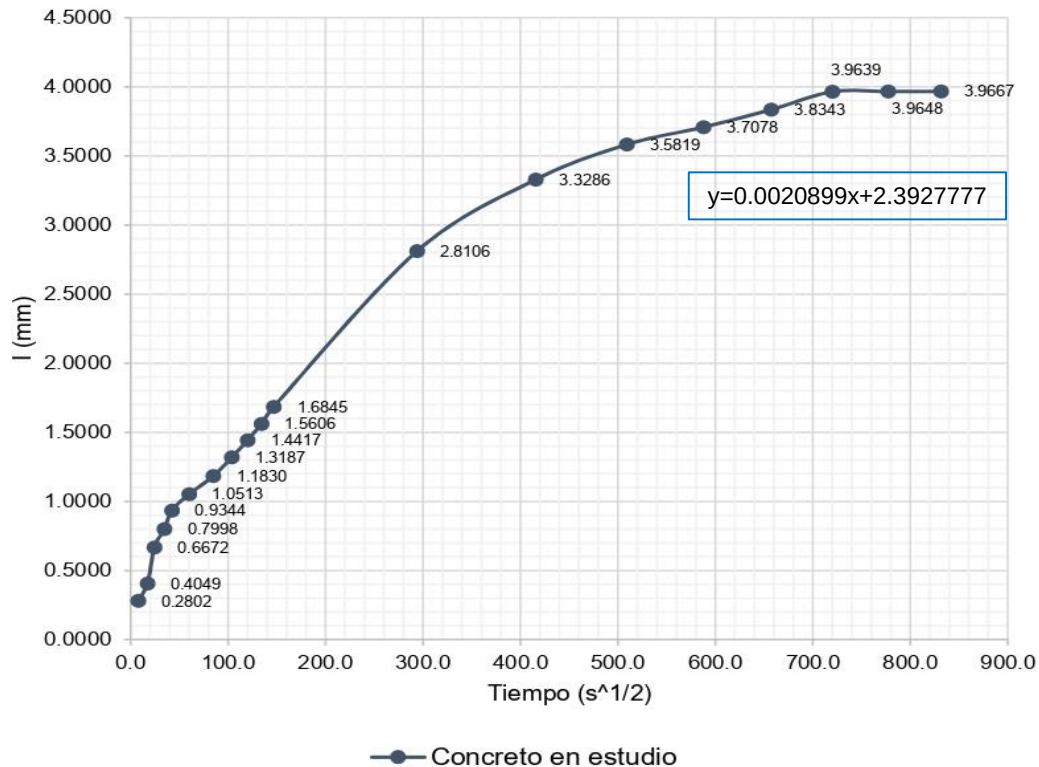
INFORME DE ENSAYO

Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	ASTM C - 1585
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	20%
DATOS DE PROBETAS PARA EL ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA	

CURVA DE VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA PARA 20% DE T.A. Y V.



Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILYA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO



Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

ENSAYADO POR:			Elar Percy Cueva Medina					
NORMA TÉCNICA:			ASTM C - 1585					
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.				30%				
Datos de probetas para el ensayo de la velocidad de absorción de agua								
Probeta	Masa (g)	Diámetro Promedio (mm)	Espesor Promedio (mm)	Área (mm2)	Volumen (mm3)	Densidad Promedio (g/cm3)		
P - 1	984.00	100.25	50.18	7893.30	396046.36	2.48		
P - 2	984.00	100.63	50.13	7952.46	398617.22			
P - 3	984.00	100.13	50.00	7873.63	393681.44			
Tiempo			Probeta	Masa	Δ masa	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}				(g/s)	Promedio	
			(g)	(g)	(g/s)	(g/s)	ΣΔ	
0	0	0.0	P - 1	984.00	-	0.0000	0.0000	0.0000
			P - 2	984.00	-	0.0000		
			P - 3	984.00	-	0.0000		
1 min	60	7.7	P - 1	986.22	2.22	0.2813	0.2804	0.2804
			P - 2	986.22	2.22	0.2792		
			P - 3	986.21	2.21	0.2807		
5 min	300	17.3	P - 1	987.21	0.99	0.1254	0.1252	0.4056
			P - 2	987.21	0.99	0.1245		
			P - 3	987.20	0.99	0.1257		
10 min	600	24.5	P - 1	989.30	2.09	0.2648	0.2639	0.6695
			P - 2	989.29	2.08	0.2616		
			P - 3	989.29	2.09	0.2654		
20 min	1200	34.6	P - 1	990.36	1.06	0.1343	0.1341	0.8036
			P - 2	990.35	1.06	0.1333		
			P - 3	990.35	1.06	0.1346		
30 min	1800	42.4	P - 1	991.43	1.07	0.1356	0.1353	0.9389
			P - 2	991.42	1.07	0.1345		
			P - 3	991.42	1.07	0.1359		
60 min	3600	60.0	P - 1	992.37	0.94	0.1191	0.1189	1.0578
			P - 2	992.36	0.94	0.1182		
			P - 3	992.36	0.94	0.1194		
2 horas	7200	84.9	P - 1	993.42	1.05	0.1330	0.1332	1.1910
			P - 2	993.42	1.06	0.1333		
			P - 3	993.41	1.05	0.1334		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO



Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto

Tiempo			Probeta	Masa	Δ masa	Absorción		
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}		(g)	(g)	(g/s)	Promedio	
							(g/s)	$\Sigma\Delta$
3 horas	10800	103.9	P - 1	994.50	1.08	0.1368	0.1362	1.3272
			P - 2	994.49	1.07	0.1345		
			P - 3	994.49	1.08	0.1372		
4 horas	14400	120.0	P - 1	995.48	0.98	0.1242	0.1235	1.4507
			P - 2	995.47	0.98	0.1232		
			P - 3	995.46	0.97	0.1232		
5 horas	18000	134.2	P - 1	996.42	0.94	0.1191	0.1193	1.5701
			P - 2	996.41	0.94	0.1182		
			P - 3	996.41	0.95	0.1207		
6 horas	21600	147.0	P - 1	997.41	0.99	0.1254	0.1256	1.6957
			P - 2	997.41	1.00	0.1257		
			P - 3	997.40	0.99	0.1257		
1 día	86400	293.9	P - 1	1006.32	8.91	1.1288	1.1265	2.8222
			P - 2	1006.32	8.91	1.1204		
			P - 3	1006.30	8.90	1.1304		
2 días	172800	415.7	P - 1	1010.43	4.11	0.5207	0.5194	3.3416
			P - 2	1010.42	4.10	0.5156		
			P - 3	1010.41	4.11	0.5220		
3 días	259200	509.1	P - 1	1012.44	2.01	0.2546	0.2546	3.5963
			P - 2	1012.44	2.02	0.2540		
			P - 3	1012.42	2.01	0.2553		
4 días	345600	587.9	P - 1	1013.44	1.00	0.1267	0.1269	3.7232
			P - 2	1013.44	1.00	0.1257		
			P - 3	1013.43	1.01	0.1283		
5 días	432000	657.3	P - 1	1014.45	1.01	0.1280	0.1273	3.8505
			P - 2	1014.44	1.00	0.1257		
			P - 3	1014.44	1.01	0.1283		
6 días	518400	720.0	P - 1	1015.52	1.07	0.1356	0.1358	3.9863
			P - 2	1015.52	1.08	0.1358		
			P - 3	1015.51	1.07	0.1359		
7 días	604400	777.4	P - 1	1015.53	0.01	0.0009	0.0009	3.9872
			P - 2	1015.53	0.00	0.0006		
			P - 3	1015.52	0.01	0.0013		
8 días	691200	831.4	P - 1	1015.54	0.02	0.0022	0.0018	3.9890
			P - 2	1015.54	0.01	0.0019		
			P - 3	1015.53	0.01	0.0013		

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

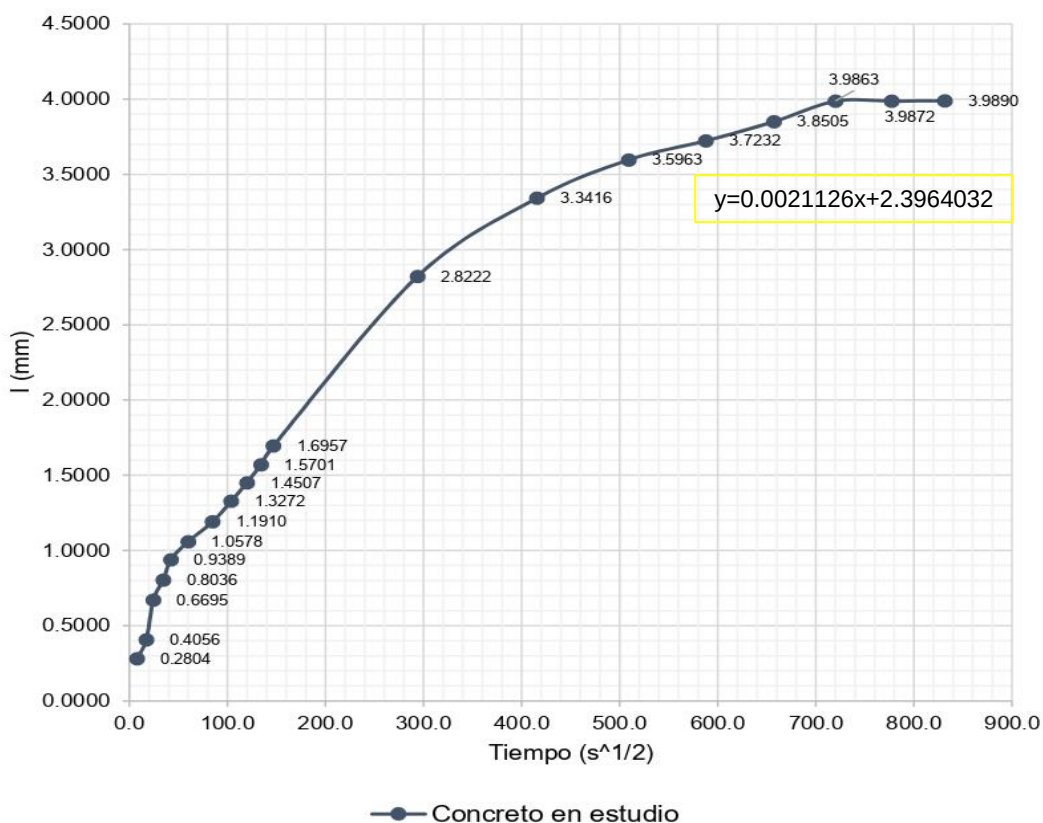
Ensayo de Velocidad de Absorción del concreto



ENSAYADO POR:	Elar Percy Cueva Medina
NORMA TÉCNICA:	ASTM C - 1585
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE T.A. Y V.	30%

DATOS DE PROBETAS PARA EL ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA

CURVA DE VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA PARA 30% DE T.A. Y V.



Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor